

Physikalische Konzepte junger Erwachsener

Ihre Abhängigkeit von Schule
und Familienkonstellation

von

Konrad Daumenlang

aus

Erlangen

1969



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546305_0014

Physikalische Konzepte junger Erwachsener

Ihre Abhängigkeit von Schule
und Familienkonstellation

Inaugural - Dissertation
der Philosophischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Konrad Daumenlang
aus
Erlangen



Tag der mündlichen Prüfung: 26. 11. 1969

Dekan: Universitätsprofessor Dr. H.-J. Lang
Referent: Universitätsprofessor Dr. W. Toman
Korreferent: Universitätsprofessor Dr. E. Roth

Vorwort

Die Fragestellung der vorliegenden Arbeit ergab sich aus meiner Tätigkeit als Lehrer an Volksschulen.

Herrn Professor Dr. W. Toman möchte ich für sein Interesse an diesem Problemkreis ergebenst danken und besonders für seine verständnisvolle Leitung und Förderung.

Die Genehmigung des Herrn Ministerialrats Dr. habil. G. Flik vom Bundesministerium für Verteidigung, die Untersuchung während der Eignungsprüfung der Wehrpflichtigen durchzuführen, eröffnete erst den Zugang zu einer Stichprobe junger Erwachsener, die als repräsentativ für Volksschulabsolventen aus Nürnberg und der engeren Umgebung gelten kann. Ihm sei an dieser Stelle besonders gedankt.

Mein Dank gilt weiterhin den Beurteilern für ihre ausdauernde Mitarbeit bei der Einschätzung der erhaltenen Antworten, insbesondere Herrn Diplom-Psychologen Dr. H. Glöckel und Herrn Diplom-Psychologen Dr. W. Zielinski.

Nicht zuletzt bin ich den zahlreichen Versuchspersonen dankbar, auf deren bereitwillige Mitarbeit sich die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stützen.

K. Daumenlang

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
I. Stand des Problems und Ableitung der Hypothesen	4
1. Zur Entwicklung des kausalen Denkens	4
(1) Die Entwicklung des kausalen Denkens nach Piaget	4
(2) Zur Diskussion der Entwicklung des kausalen Denkens unter besonderer Berücksichtigung des kausalen Denkens Erwachsener	10
2. Ableitung der Hypothesen	18
(1) Physikalische Konzepte und schulische Information	18
(2) Physikalische Konzepte und Familienkonstellation	22
II. Material und Methode der Untersuchung	26
1. Stichprobe und Untersuchungssituation	26
2. Zur Auswahl der erhobenen Daten	34
(1) Physikalische Phänomene	34
(2) Daten zur Familienkonstellation	38
3. Methode der Datenerhebung	39
4. Methoden der statistischen Auswertung	41
III. Ergebnisse der Untersuchung	48
1. Ergebnisse der quantitativen Analyse	48
(1) Physikalische Konzepte der Untersuchungsgruppen zu einzelnen Phänomenen	48
(2) Vergleich der physikalischen Konzepte der Untersuchungsgruppen untereinander	84
a) Vergleich der physikalischen Konzepte junger Erwachsener	84

	Seite
b) Vergleich der physikalischen Konzepte der Schüler	86
c) Vergleich der physikalischen Konzepte der Stadtbevölkerung	89
d) Vergleich der physikalischen Konzepte der Landbevölkerung	91
e) Zusammenfassung	93
(3) Physikalische Konzepte und Familienkonstellation	95
a) Rangplatz in der Geschwisterreihe	95
b) Haupttypen der Familienkonstellation	101
aa) Vergleich der Konzepte der ältesten Brüder	104
bb) Vergleich der Konzepte der jüngsten Brüder	106
cc) Vergleich der Konzepte der ältesten und jüngsten Brüder von Brüdern	108
dd) Vergleich der Konzepte der ältesten und jüngsten Brüder von Schwestern	110
ee) Vergleich der Konzepte der ältesten und jüngsten Brüder aus gemischtgeschlechtlichen Geschwisterreihen	111
ff) Physikalische Konzepte junger Erwachsener mit erlittenen Verlusten	112
c) Zusammenfassung	116
2. Ergebnisse der qualitativen Analyse	118
(1) Ergänzende methodische Vorbemerkungen	118
(2) Ergebnisse der qualitativen Analyse und Deskription der bevorzugten physikalischen Konzepte	123
(3) Zusammenfassung der Ergebnisse der qualitativen Analyse	165
IV. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse	167
1. Zusammenfassung der Ergebnisse	167

	Seite
(1) Physikalische Konzepte und schulische Information	168
(2) Zur Intensität schulischer Unterweisung	169
(3) Physikalische Konzepte und Familienkonstellation	170
2. Diskussion der Ergebnisse	173
(1) Physikalische Konzepte und schulische Information	173
(2) Zur Intensität schulischer Unterweisung	182
(3) Physikalische Konzepte und Familienkonstellation	184
3. Schlußzusammenfassung	190
Literaturverzeichnis	191
Anhang	200

Einleitung

In dem Bereich der Psychologie, der sich mit dem Denken befaßt, lassen sich nach D. M. JOHNSON (1955) oder B. INHELDER und B. MATALON (1967) zwei Forschungsschwerpunkte feststellen.

Der eine Schwerpunkt liegt in der Erforschung von Denkabläufen, zum Beispiel bei der Lösung von Problemen; der andere in der Registrierung der Meinungen und Interpretationen von Versuchspersonen über bestimmte Ereignisse.

Beide Bereiche lassen sich nicht so klar wie dargestellt trennen, doch können dem Aspekt der Betrachtungsweise nach Schwerpunkte in formaler oder inhaltlicher Richtung aufgezeigt werden.

Für den Zweck der vorliegenden Arbeit lassen sich die überwiegend auf empirische Weise gewonnenen Ergebnisse der ersten Richtung dahingehend charakterisieren, daß das Individuum im Laufe seiner Entwicklung gedanklich in zunehmendem Maße zu logischen Verknüpfungen in der Lage ist (J. PIAGET, 1948).

Untersuchungen über Denkinhalte wurden vor allem im anglo-amerikanischen Sprachbereich durchgeführt. Der in diesem Zusammenhang verwendete Terminus "concept" ist jedoch nicht mit dem Terminus "Begriff" der Logik gleichzusetzen (G. KAMINSKI, 1964, S. 403), sondern nach D. H. RUSSELL (1965, S. 69) handelt es sich um eine "Zusammenfassung von in Beziehung stehenden Empfindungen, Wahrnehmungen und Images, die mit einem bestimmten Etikett versehen wurden". Zur Kennzeichnung dieses inhaltlichen Moments wird der Terminus "Konzept" verwendet, der den "sphärischen Gesamtheiten" H. ROHRACHERS entspricht, "in die alles, was die bisherige Erfahrung an Dazugehörigem besitzt, eingegangen und ineinander verwoben ist" (H. ROHRACHER, 1960, S. 315).

Arbeiten über Denkinhalte oder Konzepte, die sowohl Kinder als auch Erwachsene als Versuchspersonen aufweisen, stammen überwiegend aus dem Bereich der Sozialpsychologie und untersuchen in der Attitudeforschung sozial relevante Themen, zum Beispiel die Entwicklung ethnischer Vorurteile (E. L. HARTLEY & R. E. HARTLEY, 1955).

Im Rahmen der Entwicklungspsychologie werden jedoch Themenkreise, die Gegenstand der Untersuchungen an Kindern waren, in der Regel nicht mehr an Stichproben von Erwachsenen mit der gleichen Versuchsanordnung untersucht, zum Beispiel bei SMITH, F. und DOUGHERTY, J. H. (1965). Es scheint die Annahme zu bestehen, daß die Denkinhalte, die in der Kindheit für den jeweiligen Entwicklungsstand als typisch bezeichnet worden waren und mit der Wirklichkeit nicht oder nur unvollständig übereinstimmten, im Erwachsenenalter eine adäquate Ausprägung erfahren hätten.

Diese Annahme soll im Bereich des physikalisch-kausalen Denkens durch die Untersuchung junger Erwachsener überprüft werden.

Die vorliegenden Definitionen des kausalen Denkens reichen vom "Einzelvorgang als Sonderfall des Ursache-Wirkungsverhältnisses" (H. REMPLEIN, 1967, S. 335) über "Vermutungen über Verursachungszusammenhänge" (W. METZGER, 1959, S. 435) bis zu "Auseinandersetzung mit physikalischen Sachverhalten" (K. ZIETZ, 1963, S. 12), wobei das Kind Begründungen für die Erscheinungen suche.

F. N. JONES und M. G. ARRINGTON (1945) verstehen unter kausalem Denken die Erklärung physikalischer Erscheinungen. Diese Definition entspricht ohne das Adjektiv "physikalisch" der von M. E. OAKES (1945, S. 137): "how... adults explain occurrences". Einer derart weiten Definition wird der Vorzug gegeben und unter physikalisch-kausalem Denken wird in Übereinstimmung mit I. HUANG (1943, S. 71) die Erklärung jener Phänomene verstanden, die wir dem Bereich der Physik zuordnen.

Derartige Erklärungen werden im Naturlehreunterricht vermittelt und die vorliegende Arbeit kann durch den Vergleich der physikalischen Konzepte junger Erwachsener mit denen dreizehnjähriger Schüler auch einen Beitrag zur Frage der Retention von Schulwissen leisten.

Die beiden weiteren Schwerpunkte dieser Arbeit liegen in der Untersuchung des Zusammenhanges zwischen der Gültigkeit physikalischer Konzepte und unterschiedlicher Schulgliederung beziehungsweise bestimmten Familienkonstellationen.

I. Stand des Problems und Ableitung der Hypothesen

1. Zur Entwicklung des kausalen Denkens

(1) Die Entwicklung des kausalen Denkens nach Piaget

Jean PIAGET ist der erste Autor, der sich systematisch mit Fragen der Entwicklung kindlicher Konzepte befaßte. Seine Arbeiten haben, wie die keines anderen, die gesamte Entwicklungspsychologie nachhaltig beeinflußt.

Zwar hatte schon vor ihm C. RASPE (1924) darauf hingewiesen, daß die kindliche Theorienbildung über Phänomene der uns umgebenden Welt zu anderen Ergebnissen gelangte als die der Erwachsenen, doch war dies mehr ein erster Ansatz als ein systematisches Angehen des Problems.

Aus dem breiten Spektrum der Arbeiten PIAGETs bilden die in "The Child's Conception of Physical Causality" (1951) dargestellten Untersuchungen und Ergebnisse über das kausale Denken des Kindes einen vergleichsweise geringen Ausschnitt. Der Zusammenhang dieses Buches zu seinen Vorgängern ist jedoch dadurch gewahrt, daß jene ebenfalls die Stellungnahme des Kindes zu kausalen Problemen behandelten, und nach J. H. FLAVELL ist dieses Buch geschrieben worden, "um das auszudrücken, was unausgesprochen, aber nichtsdestoweniger gegenwärtig, in den früheren vorlag" (J. H. FLAVELL, 1963, S. 284). J. PIAGET hat sich hier primär mit der Sammlung kindlicher Erklärungen über physikalische Phänomene wie dem Schwimmen von Schiffen und der Schattenbildung befaßt. Als Methode der Datenerhebung bediente er sich der sogenannten "klinischen" Methode, indem er im freien Gespräch mit Kindern deren Erklärung für bestimmte Ereignisse, die zum Teil in Versuchen demonstriert worden waren, zu eruieren suchte. Aus den erhaltenen Antworten gewann

er mittels content-analysis 17 verschiedene Typen kausaler Erklärungen.

Unter Berücksichtigung formaler Aspekte der Denkentwicklung, die in späteren Arbeiten immer mehr in das Zentrum seiner Fragestellungen rückten, und im Anschluß an die vom Autor selbst gegebene Zusammenfassung (1951, S. 267 und S. 302) lassen sich die Ergebnisse J. PIAGETs über die Entwicklung des Konzepts der physikalischen Kausalität wie folgt umreißen:

Im Verlauf der geistigen Entwicklung des Menschen ist ein Wandel von der anfänglichen egozentrischen Haltung des Kindes hin zur Betrachtungsweise des Erwachsenen festzustellen, die J. PIAGET als objektiv und in Übereinstimmung mit anderen (reciprocity) sich befindend charakterisiert.

In diesem Entwicklungsverlauf unterscheidet PIAGET drei Hauptstufen:

1. Klammert man bei der Betrachtung die Stufe der sensumotorischen Intelligenz aus, auf welcher es zu einer praktischen Bewältigung kausaler Probleme gekommen ist (J. PIAGET, 1954), so wird mit Einsetzen des vorbegrifflich-symbolischen Denkens das Kind auf eine egozentrische Haltung zurückgeworfen, da Ich und Außenwelt noch nicht genügend differenziert sind. Folgende Erklärungsarten sind für diese Stufe charakteristisch: (J. PIAGET, 1951, S. 258 ff.)

(1) Motivationale Erklärungen:

Sie sind sowohl kausal als auch final: zum Beispiel hat uns Gott Träume gesandt, "weil wir Dinge getan haben, die wir nicht hätten tun sollen."

(2) Phänomenalistische Erklärungen:

Ein kausaler Zusammenhang wird zwischen Phänomenen nur aufgrund der Kontiguität hergestellt.

(3) Finalistische Erklärungen:

Das Kind erklärt nicht, warum etwas geschieht, sondern wozu: Der Fluß fließt, um in den See zu kommen.

(4) Partizipation:

Es wird eine Beziehung zwischen zwei Dingen gleicher Art hergestellt.

Zum Beispiel können verschiedene Schatten über eine gewisse Entfernung aufeinander einwirken. Der Schatten im Zimmer kommt von dem Schatten der Bäume vor dem Haus.

(5) Magische Erklärungen:

Das Kind glaubt, daß es mit bestimmten Praktiken oder Gedanken den Verlauf von Ereignissen beeinflussen kann.

(6) Moralische Erklärungen:

Das Schwimmen der Schiffe wird zum Beispiel "moralisch" erklärt: Schiffe haben zu schwimmen.

Diese Erklärungsweise ist mit der finalistischen verwandt, doch tritt der Aspekt der Notwendigkeit hinzu.

2. Die zweite Stufe wird mit den ersten Warum-Fragen eingeleitet und dauert etwa vom zweiten oder dritten bis zum siebten oder achten Lebensjahr. J. PIAGET charakterisiert die logischen Beziehungen dieser Stufe als egoistisch, da das Kind "nicht das Verlangen logischer Rechtfertigung seiner Ansichten" gegenüber der Umwelt besitze (J. PIAGET, 1951, S. 303). Demzufolge gibt das Kind für Erscheinungen, die zwar dem gleichen physikalischen Gesetz unterliegen, an denen aber jeweils andere Gegenstände beteiligt sind, verschiedene Erklärungen.

Die egozentrische Einstellung führt bei der Auseinandersetzung mit Ereignissen zu den präkausalen Er-

klärungstypen physikalischer Kausalität, die den Übergang von den psychologischen zu den rein physikalischen darstellen.

(7) Artifizialistische Erklärungen:

Vorgänge oder Objekte sind durch die menschliche Aktivität geschaffen worden.

PIAGET vertritt die Ansicht, daß die vorhergehenden Erklärungstypen in den artifizialistischen einmünden.

(8) Animistische Erklärungen:

Leblosen Objekten werden anthropomorphe Züge zugeschrieben.

(9) Dynamistische Erklärungen:

Die animistischen Erklärungen der Kinder gehen früher zurück als die dynamistischen. Ein gewisser Rest der animistischen Betrachtungsweise bleibt jedoch in den dynamischen Erklärungen erhalten, da Aktivität und Bewegung von Gegenständen auf in ihnen wirkende Kräfte zurückgeführt werden, die gleichsam als lebendig empfunden werden.

Im Alter von sieben oder acht Jahren beginnt das Kind zu entdecken, "daß andere nicht so denken wie es selbst es tut" (J. PIAGET, 1951, S. 302). Es ist daher bemüht, sich den anderen anzupassen und ändert unter dem sozialen Einfluß der Umwelt sein Konzept der physikalischen Kausalität.

Auf der in diesem Alter einsetzenden Stufe der konkreten Operationen (J. PIAGET, 1948) ist es zu deduktivem Denken im Rahmen realer Gegebenheiten fähig und entwickelt verschiedene rationale Erklärungsweisen:

- (10) Reaktion des umgebenden Mediums:
Es wird dabei das "Wie" der Erscheinung erklärt,
zum Beispiel die Wolken ziehen durch die Luft,
die sie erzeugen.
- (11) Mechanische Kausalität:
Zwischen sieben und acht Jahren beziehen sich
Erklärungen auf Kontakt oder auf Übertragung
von Bewegung, z. B. der Wind bewegt die Wolken.
- (12) Hinweis auf die Entstehung von Gegenständen:
Diese Erklärungsweisen befassen sich mit dem
Ursprung von Dingen, z. B. die Wolken werden
nicht mehr von Menschen geschaffen, sondern
sind auseinander entstanden.
- (13) Substantielle Identifikation:
Diese Erklärungen weisen geringe Unterschiede
zu den vorhergehenden auf.
Z. B. Die Sonne wird nicht mehr aus Wolken ge-
boren, sondern ist eine Ansammlung von Wolken.
- (14) Verdichtung und Verdünnung:
Diese Erklärungsweisen stellen die Vorstufe zum
spezifischen Gewicht dar, wie zum Beispiel die
Härte von Steinen damit erklärt wird, daß sie
"dichter" seien.
- (15) Zusammenschluß von Atomen:
Gegenstände bestehen aus Teilen, die mehr oder
weniger dicht zusammengepackt sind, z. B. ein
Stein ist aus kleinen Steinen gebildet worden.
- (16) Räumliche Erklärungen:
Sie befassen sich zum Beispiel damit, daß Ge-
genstände, die in Wasser getaucht werden, Was-
ser verdrängen und daß infolgedessen der Was-
serspiegel steigt.
- (17) Logische Deduktion:
Im Alter von 10 bis 11 Jahren, auf der Stufe
der formalen Operationen, gelangt dann das Kind

durch logische Deduktion zu objektiv richtigen Aussagen.

Dieser von J. PIAGET aufgrund seiner Untersuchungen dargestellte Entwicklungsverlauf des Konzepts der physikalischen Kausalität fand weite Beachtung und gab den Anstoß zu zahlreichen Arbeiten auf diesem Gebiet.

(2) Zur Diskussion der Entwicklung des kausalen Denkens unter besonderer Berücksichtigung des kausalen Denkens Erwachsener

Hatten sich aber die ersten Untersuchungen mehr mit den Ergebnissen PIAGETs auseinandergesetzt, so wandte sich die Kritik zunehmend der von J. PIAGET angewendeten sogenannten klinischen Methode und der weiteren Behandlung der ermittelten Daten zu. Diese Arbeiten zeichnen sich durch ihre Bemühungen um bessere experimentelle Gestaltung und durch die den Prinzipien der Statistik gehorchenden Auswertung der Ergebnisse aus, und kamen teils zu einer Verifikation, teils zu einer Falsifikation der Ergebnisse J. PIAGETs.

J. PIAGET fand, daß das präkausale Denken des Kindes unter anderem animistisch sei, da es "Objekte als lebendig oder mit Wollen ausgestattet betrachtet" (J. PIAGET 1929, S. 170), und es auf diese Weise zu einer bestimmten Erklärungsart physikalischer Vorgänge gelangte.

R. W. RUSSELL und W. DENNIS kamen in ihren zahlreichen Arbeiten über den kindlichen Animismus weitgehend zu einer Verifizierung dieser Ansicht J. PIAGETs. Unter Verwendung einer standardisierten Versuchsanordnung (1939) bestätigten R. W. RUSSELL^{x)} und W. DENNIS (1942) die von J. PIAGET (1929) aufgestellte vierstufige Entwicklungsfolge, die sich mit dem Konzept des Lebendigen befaßte, wonach im Alter zwischen vier und sechs Jahren alle intakten Gegenstände als lebendig angesehen werden. Mit sechs bis sieben Jahren ist alles Bewegte lebendig, im Alter zwischen acht bis zehn Jahren dagegen nur die Objekte, die spontane Bewegungen zeigen. Auf der letzten Stufe, um elf Jahre, bleibt das Attribut "lebendig" nur noch Tieren vorbehalten.

^{x)} (1940 a)

Die Einordnung der Antworten in diese vierstufige Skala durch verschiedene Beurteiler zeigte große Zuverlässigkeit und hohe Übereinstimmung. Dabei wurden die genannten Stufen nicht nur bei Kindern normaler Intelligenz gefunden, sondern auch bei geistig behinderten Kindern und Erwachsenen in den USA (1940 b).

Die Einbeziehung Angehöriger verschiedener ethnischer Gruppen erbrachte keine anderen Ergebnisse, wie W. DENNIS und R. W. RUSSELL (1940) bei Zuni- und W. DENNIS (1943) bei Hopi-Kindern zeigen konnten. M. BRUCE (1941) wies in den von Kindern von Weißen und Neger in den USA gegebenen Antworten diese vier Entwicklungsstufen ebenfalls nach, während R. J. HAVIGHURST und B. L. NEUGARTEN (1955) zahlreiche animistische Antworten bei Kindern aus zehn verschiedenen Indianerstämmen in den USA erhielten. Auch die Ergebnisse S. W. KLINGENSMITHs (1953) weisen die weite Verbreitung der animistischen Betrachtungsweise unter Kindern nach. Über die Altersgrenze, bis zu welcher animistische Antworten bei Kindern anzutreffen sind, liegen dagegen widersprüchliche Angaben vor. R. W. RUSSELL et al. (1942) zeigten die Auffassung, daß der Animismus erst um das 20. Lebensjahr überwunden sei, während E. LERNER (nach G. JAHODA 1958) in Übereinstimmung mit J. PIAGET feststellt, daß um das zehnte bis elfte Jahr animistische Antworten von Kindern immer mehr zurückgehen.

An Untersuchungen, die nicht nur den einen, wenn auch am heftigst umstrittenen Erklärungstyp physikalischer Kausalität zum Gegenstand hatten, sondern die Gesamtheit der 17 Typen nachweisen konnten, ist die Arbeit von O. J. GRIGSBY (1932) zu nennen, die mit einer Gruppe von Vorschulkindern arbeitete. Auch die Arbeit von W. DENNIS (1942) wäre hier zu erwähnen. W. DENNIS berichtet, daß der Entwicklungsverlauf seiner Tochter Übereinstimmungen mit den Ergebnissen J. PIAGETs gezeigt habe.

M. LAURENDEAU und A. PINARD (1962) hatten sich dagegen in ihrer Untersuchung auf nur fünf präkausale Erklärungstypen beschränkt und dazu fünf Fragenkreise ausgewählt, die - in der Terminologie der Faktorenanalyse - eine hohe Ladung des betreffenden Erklärungstyps aufwiesen. Es ergab zum Beispiel der Problemkreis über das Schwimmen und Sinken von Schiffen meist Antworten, die als dynamistisch klassifiziert wurden, während die Kinder den Ursprung der Nacht überwiegend finalistisch zu erklären versuchten.

M. MOGAR (1960), die die Antworten von Kindern nach dem Grad ihrer physikalischen Gültigkeit eingeschätzt hatte, kam insofern zu einer Bestätigung der Ergebnisse J. PIAGETs (1951), als sie einen Zusammenhang zwischen Lebensalter (im Bereich von 5;4 bis 12;0) und der Adäquatheit physikalischer Konzepte feststellte.

Kinder zwischen fünf und sieben Jahren besitzen damit nach den genannten Autoren eine Einstellung zur Wirklichkeit, die mit J. PIAGET (1951) als prälogisch und, wie die Untersuchungen zeigten, vorwiegend animistisch zu sein scheint. Diese prälogische Phase in der Entwicklung des Konzepts der physikalischen Kausalität wird als notwendig und allgemeingültig betrachtet und ist qualitativ von den Betrachtungsweisen des Erwachsenen verschieden, bei dem nach J. PIAGET die egozentrische Logik durch die "wahre Logik" ersetzt wurde (J. PIAGET, 1951, S. 302).

Konnten die Feststellungen J. PIAGETs, daß das Denken junger Kinder präkausal, vorwiegend animistisch sei, und im Gegensatz zum Denken des Erwachsenen stehe, von mehreren Autoren unter Hinweis auf statistisch gesicherte Ergebnisse bestätigt werden, so stehen diesen Arbeiten eine Anzahl anderer gegenüber, die unter Verwendung vergleichbarer Methoden zu gegensätzlichen Aussagen gelangten.

I. HUANG (1930), der sich in der Folge zu einem der heftigsten Kritiker J. PIAGETs auf diesem Gebiet entwickelte, ging bei seinen Untersuchungen von der Überlegung aus, daß unter Verwendung überraschender physikalischer Phänomene vorhandene animistische Tendenzen bei Kindern noch stärker als bei den Versuchen J. PIAGETs hervortreten würden. Er erhielt bei seinen Versuchen jedoch weitgehend naturalistische Antworten und kam zu dem Schluß, daß das Denken der Kinder - abgesehen von geringerer geistiger Reife und Erfahrung - ähnlich dem des durchschnittlichen Erwachsenen sei. S. ISAACS berichtet von ähnlichen Ergebnissen, da bei Verhaltensbeobachtungen von Kindern zwischen 2;7 und 10;5 Jahren nur gelegentlich präkausale Betrachtungsweisen verzeichnet wurden, und "daß die allgemeinen Züge ihres Denkens nicht grundsätzlich von den unseren verschieden sind." (S. ISAACS, 1966, S. 57)

E. C. JOHNSON und C. C. JOSEY (1931) benutzten in ihrer Kontrolluntersuchung im anglo-amerikanischen Sprachbereich, die unter anderem kindliche Vorstellungen über die Welt umfaßte, ebenfalls die klinische Methode PIAGETs. Sie kamen zu dem Schluß, daß das Denken Sechsjähriger durchaus nicht als prälogisch im Sinne PIAGETs bezeichnet werden kann.

Im Gegensatz zu den späteren Ergebnissen von R. W. RUSSELL und W. DENNIS (1943), die animistische Tendenzen bei Kindern verschiedener ethnischer Gruppen nachweisen konn-

ten, ermittelte M. MEAD (1932, 1933) bei Kindern des Manu-Stammes auf den Admiralitätsinseln kaum spontane animistische Tendenzen. Über ähnliche Ergebnisse berichtet auch G. JAHODA (1958 b), der afrikanischen Kindern in Accra ein Grammophon vorgeführt und eine Geschichte erzählt hatte, in der scheinbar ein Dieb durch eine Machete bestraft wurde.

J. M. DEUTSCHE (1937) war unter Verwendung einer umfangreichen Stichprobe und mit statistischen Methoden, die allerdings Anlaß zu Kritik gaben (J. I. LACEY, 1939), an eine Überprüfung der Ergebnisse J. PIAGETs gegangen. Als Untersuchungsmethode wählte sie im Gegensatz zu der klinischen Methode den Gruppentest. Obwohl Fragen und Versuche teilweise direkt von J. PIAGET übernommen worden waren, zeigte es sich bei der Auswertung, daß die meisten Antworten physikalischer und naturalistischer Art waren und sich auf vier der insgesamt 17 Erklärungstypen J. PIAGETs zentrierten. Aufgrund ihrer Ergebnisse kam J. M. DEUTSCHE zu dem Schluß, daß das Schema J. PIAGETs unnötig verfeinert sei und daß die Entwicklung des Konzepts der physikalischen Kausalität nicht stufenweise, sondern stetig verlaufe.

F. N. JONES und M. G. ARRINGTON (1945), die die gleiche Methode wie J. M. DEUTSCHE bei der Untersuchung von Negrokindern und weißen Kindern in den Südstaaten der USA angewendet hatten, kamen ebenfalls zu der Auffassung, daß die Entwicklung physikalischer Konzepte stetig verlaufe. Desgleichen ergab sich wie in den Arbeiten von W. DENNIS und R. W. RUSSELL (1940) kein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen den Antworten der beiden Gruppen. Das geringe Anwachsen der durchschnittlichen Rohwerte im Zeitraum vom achten bis zum 15./16. Lebensjahr führten sie darauf zurück, daß die Kinder noch keine schulische Unterweisung in Physik gehabt hätten.

K. ZIETZ (1937 a, 1937 b, 1939, 1963) hatte seine Untersuchungen in der Art durchgeführt, daß er als Klassenlehrer

eine ganze Klasse 10- bis 14jähriger Knaben über ein physikalisches Problem diskutieren ließ und seine Beobachtungen nach der Unterrichtsstunde schriftlich fixierte. Im Gegensatz zu J. PIAGET, wonach 10- bis 11-jährige Kinder bereits zu logischen Deduktionen in der Lage seien, fand K. ZIETZ, daß das kausale Denken der untersuchten Hamburger Knaben durch Dynamismus, Substantialismus, Analogienbildung und Denken in Kausalzirkeln gekennzeichnet sei.

I. HUANG (1943) kam in seinem Sammelreferat nach gründlicher Sichtung der zu jener Zeit vorhandenen Literatur und unter Einschluß von Biographien und allgemeinen Darstellungen der Entwicklungspsychologie, wie die von H. WERNER, zu dem Schluß, daß "einfache und naive physikalische Begriffe, vergleichbar denen des Mannes auf der Straße, in diesem Alter (Vorschulalter! Anm. d. Verf.) bereits aufgebaut und vorherrschend zu sein scheinen, selbst bei den jüngsten der untersuchten Kinder." (I. HUANG, 1943, S. 117)

In einer weiteren Untersuchung fanden I. HUANG und Mitarbeiter Bestätigungen dieser Aussage, so I. HUANG, C. M. CHEN und H. H. YANG (nach HUANG, 1943) bei der Untersuchung chinesischer Versuchspersonen. I. HUANG, H. C. YANG und F. Y. YAO (1945) wiesen das Vorherrschen der physikalischen Betrachtungsweise auch bei willkürlich gesetzten Störfaktoren nach, und I. HUANG und H. W. LEE (1945) kamen bei der Erwiderung auf die Arbeiten von W. DENNIS und R. W. RUSSELL zu dem Ergebnis, daß nur wenige Kinder Objekte als lebendig betrachten und selbst wenn sie es tun, sie doch spezifisch anthropomorphe Eigenschaften leugnen würden. Zu gleichem Ergebnis kam auch M. B. MCANDREW (1943). A. L. STRAUSS (1951) meint jedoch, daß aufgrund des vorliegenden Materials auch andere als die von I. HUANG und H. W. LEE gezogenen Schlüsse möglich wären. Dagegen kam G. KLINGBERG (1957) unter Verwendung der Methode von I. HUANG und H. W. LEE

zu gleichen Ergebnissen wie die beiden Autoren, wonach auch vor dem siebten Lebensjahr das Konzept der physikalischen Kausalität nicht grundsätzlich von dem Erwachsener verschieden sei.

Auch M. E. OAKES (1947) wies darauf hin, daß sich Kinderantworten über physikalische Phänomene nur graduell von den Antworten Erwachsener unterscheiden würden und daß der Anteil physikalischer Erklärungsweisen mit zunehmendem Alter ansteige.

Über die Zunahme des Anteils an Antworten, die sich in physikalischer Hinsicht als zutreffend erweisen, berichtet auch W. H. KING (1961, 1963) von englischen Kindern, während D. P. AUSUBEL und H. M. SCHIFF (1954) berichten, daß Kinder um so bereitwilliger falsche Erklärungen akzeptieren, je jünger sie sind. W. JAIDE (1954) fand ebenfalls eine Zunahme kausaler Erklärungen mit fortschreitendem Alter. Allerdings war er weniger an der inhaltlichen Seite des Konzepts der physikalischen Kausalität interessiert, sondern am logischen Aufbau der von den Kindern gegebenen Begründungen in Form sogenannter "kausaler Herleitungen". Da in diese Kategorie auch Kausalketten aufgenommen worden waren, die von falschen Voraussetzungen ausgingen, sind seine Ergebnisse nicht ohne weiteres mit denen anderer Autoren zu vergleichen.

Hatten damit mehrere der genannten Autoren auf die nur graduellen, quantitativen Unterschiede zwischen den Konzepten Erwachsener und denen oft sehr junger Kinder hingewiesen, so kam Th. M. ABEL (1932) zu dem Ergebnis, daß auch Erwachsene bei Material, das ihnen dem Schwierigkeitsgrad nach angepaßt war, ebensooft "präkausale" logische Verknüpfungen verwendeten wie Kinder. V. HAZLITT (1930) stellte fest, daß Erwachsene bei ihnen unbekannten Problemen die gleichen Fehler machen würden wie Kinder; ein Ergebnis, zu dem auch M. E. OAKES (1945) gelangte, als er Hochschullehrern physikalische Phänomene

vorführte, die genau entgegengesetzt den Erwartungen verliefen. Die Versuchspersonen konnten nur dann adäquate Erklärungen geben, wenn sie über entsprechende Informationen verfügten.

Der Terminus "Information" wird von mir im folgenden in seiner allgemeinen Bedeutung als "faktisches Wissen bzw. eine ein solches Wissen vermittelnde Aussage oder Wahrnehmung" verwendet (J. DREVER und W. D. FRÖHLICH, 1968, S. 118) und nicht im Sinne der Informationstheorie.

Damit lassen sich zwei gegensätzliche Auffassungen über den Entwicklungsverlauf physikalischer Konzepte aufzeigen. Der Auffassung J. PIAGETS und seiner Anhänger, wonach die Entwicklung physikalischer Konzepte eine Reihe von Stufen, die als prälogisch bezeichnet werden, durchlaufen müsse, um zu objektiven Konzepten zu gelangen, steht eine lerntheoretisch orientierte Richtung gegenüber. Für diese ist der Besitz entsprechender Informationen entscheidend und fehlerhafte Konzepte junger Kinder werden nach I. HUANG (1943) auf geringere geistige Reife und Erfahrung zurückgeführt.

Der Vollständigkeit halber sei noch auf die Arbeiten von A. BANHOLZER (1936), W. LICHTENBERGER (1933) und H. RUPP (1938/9) hingewiesen, die die kindlichen Auffassungen physikalischer Sachverhalte untersuchten, jedoch nicht in die Diskussion um die Ergebnisse der Arbeiten J. PIAGETS eingegriffen hatten.

2. Ableitung der Hypothesen

(1) Physikalische Konzepte und schulische Information

Verfügt nach den Annahmen J. PIAGETs der Erwachsene im Vergleich zum Kind grundsätzlich über adäquate physikalische Konzepte, da er in der Entwicklung seines logischen Denkens ein höheres Niveau erreicht habe, so steht dieser Annahme die andere Auffassung gegenüber, wonach kein grundsätzlicher Unterschied zwischen den physikalischen Konzepten von Kindern und Erwachsenen bestehe. Erst der Besitz spezifischer Informationen bedinge Unterschiede.

Über den Einfluß von Erfahrung auf die Bildung physikalischer Konzepte hat sich J. PIAGET (1951) dahingehend geäußert, daß sich das Kind so lange ihr gegenüber als unzugänglich erweise, solange es noch nicht die entsprechenden Assimilationsschemata entwickelt habe, also noch nicht die entsprechende Entwicklungsstufe erreicht hätte.

Demgegenüber weisen J. J. LACEY und K. M. DALLENBACH (1939) nach, daß durch gezielte Informationen physikalische Konzepte zu einem früheren Zeitpunkt zur Verfügung stehen können als von J. PIAGET angenommen worden war. Zudem setzt von Seiten der Schule, durch den Naturlehreunterricht ab der 5. Klasse, systematische Unterweisung über physikalische Konzepte zu einem Zeitpunkt ein, zu dem Kinder nach übereinstimmenden Ergebnissen aller Autoren, auch denen von J. PIAGET, zum Aufbau adäquater physikalischer Konzepte in der Lage sind. Jedoch machen L. und F. VINCZE (1959) der in ihrem Sprachgebrauch "bürgerlichen" Psychologie mit Recht den Vorwurf, daß sie diesen Aspekt weitgehend vernachlässigt habe und Kinder schulpflichtigen Alters so betrachtet hätte, als fände kein Unterricht statt.

Bezieht man daher den Naturlehreunterricht mit in die Überlegungen über die Entwicklung physikalischer Konzepte ein, wobei sich die Arbeit ausschließlich auf Versuchspersonen beschränkt, die nur die Volksschule besucht haben, um die Variable "Naturlehreunterricht" konstant zu halten, so läßt sich folgende allgemeine Feststellung treffen:

Erwachsene verfügen in Themenbereichen, die im Naturlehreunterricht der Volksschule behandelt wurden, über adäquate physikalische Konzepte.

Diese Feststellung entspricht der Auffassung PIAGETs (1948, 1951) und den in den allgemeinen Einführungen zur Entwicklungspsychologie geäußerten, zum Beispiel von H. REMPLEIN (1967), wird jedoch auch der mehr lerntheoretisch orientierten Richtung gerecht, da die Voraussetzungen zur Übernahme von Informationen durch den Unterricht gegeben waren.

Welche Stoffgebiete dabei der Naturlehreunterricht im einzelnen zu behandeln hat, ist in den verschiedenen Bundesländern durch sogenannte "Richtlinien" der Kultusministerien geregelt. Es bestehen teilweise erhebliche Unterschiede zwischen den Ländern und deshalb wird im folgenden stets von den bayerischen Richtlinien ausgegangen, die für die vorliegende Stichprobe verbindlich waren.

Damit kann, unter Beschränkung auf Themenkreise, die nach den Richtlinien für die bayerischen Volksschulen im Naturlehreunterricht zu behandeln waren, bei einem Vergleich der Konzepte von Erwachsenen mit denen 13-jähriger Schüler folgende Annahme getroffen werden:

1. Junge Erwachsene verfügen bei solchen Themenkreisen über adäquatere physikalische Konzepte als Schüler, die über jene Gebiete im Naturlehreunterricht noch nicht informiert worden sind.

Bei den Themenkreisen, über die sowohl die Erwachsenen als auch bereits die Schüler in der Schule informiert wurden, ist in Betracht zu ziehen, daß die jungen Erwachsenen aufgrund ihres höheren Lebensalters und ihrer in der Regel abgeschlossenen Berufsausbildung zusätzlich Gelegenheit besaßen, Daten über einzelne Phänomene zu sammeln. Andererseits sind bei der Gegenüberstellung von Untersuchungsergebnissen die Arbeiten von A. JOST und H. EBBINGHAUS (nach H. ROHRACHER, 1960) zu berücksichtigen, wonach Gedächtnisinhalte im Laufe der Zeit absinken. Da jedoch die Ergebnisse von A. JOST und H. EBBINGHAUS allgemeine Gültigkeit besitzen, während die Gewinnung zusätzlicher Informationen, soweit sie nicht berufsbedingt sind, in der Regel sporadisch erfolgen dürfte, wird folgende Annahme getroffen:

2. Bei Themenbereichen, über die sowohl die Erwachsenen als auch die Schüler in der Schule informiert worden sind, erweisen sich die physikalischen Konzepte der Schüler aufgrund kurzfristig vorhergegangener Unterweisung denen der Erwachsenen überlegen.

Wird damit schulischer Information großes Gewicht bei der Entwicklung des Konzepts der physikalischen Kausalität zugebilligt, so dürfte eine Determinante in der Intensität des schulischen Unterrichts liegen. Schulen in der Stadt und auf kleineren Dörfern haben sich bisher darin unterschieden, daß die Stadtschulen in der Regel ausgebaute Schulen waren, worunter man verstand, daß ein Lehrer stets einen einzigen Schülerjahrgang

unterrichtete, während in Dorfschulen häufig zwei und mehr Jahrgänge von einem Lehrer unterrichtet wurden. Je nach Anzahl der Schülerjahrgänge, die ein Lehrer zu unterrichten hatte (maximal acht), sank damit die Unterrichtszeit, die er einem Jahrgang widmen konnte. Es wurde zwar versucht, durch eine entsprechende Organisation des Unterrichts einen gewissen Ausgleich zu schaffen, dennoch kann folgende Annahme gemacht werden:

3. Erwachsene, die in der Stadt ausgebaute Schulen besuchten, verfügen über bessere physikalische Konzepte als Erwachsene, die auf dem Land wenig gegliederte Schulen besucht haben.

Die gleiche Annahme trifft auch für Kinder zu:

4. Kinder, die in der Stadt ausgebaute Schulen besuchen, besitzen adäquatere physikalische Konzepte als Kinder, die auf dem Land wenig gegliederte Schulen besuchen.

(2) Physikalische Konzepte und Familienkonstellation

Abgesehen von der Annahme, wonach unterschiedliche Intensität schulischer Unterweisung von Einfluß auf die Entwicklung physikalischer Konzepte sei, konnten einige Autoren einen Zusammenhang zwischen einigen Aspekten des Leistungsverhaltens im Schulalter und bestimmten Familienkonstellationen nachweisen. Bei der Untersuchung der Frage, wie die Stellung eines Kindes in der Geschwisterreihe sich auf das Leistungsverhalten auswirke, wurden jedoch teilweise unterschiedliche Ergebnisse erzielt.

Berichten A. HODGES und B. BALOW (1961), daß Knaben mit Schwestern bessere Leistungen zeigen als Knaben mit Brüdern, so kam S. SCHOONOVER (1959) im Gegensatz dazu zu dem Ergebnis, daß Geschwister mit Schwestern teilweise schlechtere Leistungen zeigen als Geschwister mit Brüdern.

Nach H. L. KOCH (1954) und nach J. KALHORN (1948) unterscheiden sich die Leistungen ältester und jüngster Geschwister vorwiegend in qualitativer Hinsicht, wonach die ältesten in abstrakten, verbalen Bereichen, die jüngsten bei konkreten Problemen besser abschnitten. J. MAXWELL und A. E. G. PILLINER (1960) fanden jedoch bei jüngsten Kindern eine nur unterdurchschnittlich ausgeprägte Intelligenz. Einzelkinder dagegen zeigen nach H. B. KRUMBOLTZ und J. D. KRUMBOLTZ (1958) gute Leistungen an High-Schools.

Über die Auswirkungen von vollständigen und unvollständigen Familien auf das schulische Verhalten der Kinder bestehen keine divergierenden Ansichten. Während H. D. RÖSLER (1963) auf den Zusammenhang zwischen vollständiger Familie und guten Schulleistungen hinweist, wird dieses Ergebnis durch H. LÖWE (1963) insofern bestätigt, als er überwiegend schlechte Schulleistungen gestörten Familiensituationen zuordnen konnte.

Von den Autoren, die die Frage des Zusammenhanges von Familienkonstellation und Persönlichkeitsentwicklung bearbeiten, hat W. TOMAN (1965) die umfassendste Theorie vorgelegt, als er nicht nur jeweils Geschlecht und Rangplatz berücksichtigt, sondern auch die Geschwisterkonstellationen der Eltern mit in die Betrachtung einbezieht. Diese Ausweitung findet darin ihre Begründung, daß die Eltern ihre Erfahrungen als Rollenträger in bestimmten Geschwisterpositionen an ihre Kinder weitergeben, als auch ihr gelerntes Verhalten in der Ehe fortzusetzen bestrebt sind.

Nach seiner These, wonach "die stärksten Determinanten im Leben und Schicksal eines Menschen jene sein müssen, die am längsten und von frühester Lebenszeit an am regelmäßigsten und mit geringsten Unterbrechungen wirksam waren" (W. TOMAN, 1959, S. 1), zentriert sich seine Theorie um folgende drei Bereiche, die in enger wechselseitiger Beziehung stehen:

- a) Geschwisterposition einer Person,
- b) Geschwisterposition der Elternteile,
- c) Verluste durch Tod oder ständige Abwesenheit eines Familienangehörigen.

Die Geschwisterpositionen einer Person können nach W. TOMAN (1960) in acht Haupttypen dargestellt werden, wobei für die vorliegende Arbeit die folgenden von Interesse sind:

- a) ältester Bruder von Brüdern,
- b) jüngster Bruder von Brüdern,
- c) ältester Bruder von Schwestern,
- d) jüngster Bruder von Schwestern.

Die übrigen möglichen Geschwisterpositionen lassen sich als Kombinationen dieser Grundtypen auffassen, während sich die Einzelkinder mit dem gleichgeschlechtlichen

Elternteil identifizieren und durch dessen Geschwisterposition charakterisiert werden können.

Die Bedeutung der Geschwisterpositionen für die Entwicklung der Persönlichkeit sieht W. TOMAN darin: "Sie bestimmen zusammen mit anderen Faktoren den sich formenden Charakter einer Person und das Verhalten, besonders in elementaren und potentiell langlebigen Belangen, wie Beziehungen zu Autoritäten, zur Arbeit, zu Freunden..." (W. TOMAN, 1963, S. 114).

Weist damit W. TOMAN den Einfluß von Geschwisterpositionen auf das Verhalten zur Arbeit nach in dem Sinne, daß unterschiedliche Geschwisterpositionen unterschiedliche Arbeitsstile bedingen, so ist damit der unmittelbare Zusammenhang zur Bildung physikalischer Konzepte im Schulalter und darüber hinaus gegeben und es läßt sich, auch unter Einbeziehung der in den Hypothesen 1 bis 4 geäußerten Vorhersagen, folgende Annahme treffen:

5. Unterschiedliche Geschwisterpositionen zeigen einen Zusammenhang mit unterschiedlichen physikalischen Konzepten junger Erwachsener.

Über die Art der Ausprägung lassen sich Hinweise aus den Charakterbildern der Familienkonstellation (W. TOMAN, 1960) entnehmen, wonach

- a) älteste Brüder meist gute Arbeiter sind, während
- b) jüngste Brüder als unregelmäßige Arbeiter charakterisiert werden.

Damit können, in Anschluß an die Annahme 5, folgende mehr ins einzelne gehende Vorhersagen getroffen werden:

6. Die physikalischen Konzepte ältester Brüder sind denen der übrigen Geschwister überlegen.

7. Die physikalischen Konzepte jüngster Brüder sind denen der übrigen Geschwister unterlegen.
8. Physikalische Konzepte mittlerer Brüder werden durchschnittlich beurteilt.

Da nach der Theorie W. TOMANs (1965) Einzelkinder als potentielle Senioren aufgefaßt werden können, denen jüngere Geschwister versagt geblieben sind, läßt sich über sie folgende Annahme treffen:

9. Die physikalischen Konzepte der Einzelkinder entsprechen denen der Ältesten.

Über die Beurteilung physikalischer Konzepte der Versuchspersonen, die in ihrer Jugend Verluste von Familienangehörigen erlitten haben, läßt sich nach H. LÖWE (1963) und W. TOMAN (1965) folgende Hypothese erstellen:

10. Die physikalischen Konzepte junger Erwachsener, die in ihrer Jugend Verluste von Familienangehörigen erlitten, sind denen einer vergleichbaren Gruppe von Erwachsenen unterlegen, die keine derartigen Verluste erlitten haben.

II. Material und Methode der Untersuchung

1. Stichprobe und Untersuchungssituation

Das größte Problem der vorliegenden Arbeit war die Gewinnung einer repräsentativen Stichprobe von Erwachsenen. Zu Beginn der Untersuchung war mit männlichen Erwachsenen zwischen 20 und 30 Jahren gearbeitet worden, die sich freiwillig dem Interview unterzogen hatten. Da es sich überwiegend um Personen gehandelt hatte, die Mitglieder von Vereinen waren, konnte auf diese Weise keine repräsentative Stichprobe erzielt werden.

Dankenswerterweise gab Herr Ministerialrat Dr. habil. G. FLIK vom Bundesministerium für Verteidigung die Genehmigung, die geplante Untersuchung im Rahmen der von der Bundeswehr durchgeführten Eignungsuntersuchungen der Wehrpflichtigen vorzunehmen. Auf diese Weise stand eine genügende Anzahl an Personen zur Verfügung, so daß die per Zufall ausgewählte Stichprobe als repräsentativ für diejenigen jungen Erwachsenen aus Nürnberg und der näheren Umgebung angesehen werden kann, die nur die Volksschule absolviert haben.

Die Stichprobe umfaßt 171 männliche Erwachsene des Musterungsjahrgangs 1947. Die Versuchspersonen waren zum Zeitpunkt der Untersuchung im Herbst 1966 durchschnittlich 19 Jahre und 3 1/2 Monate alt, die Streuung betrug $\pm$ 3 1/2 Monate.

Aus dieser Stichprobe ergaben sich unter Berücksichtigung der Größe des Wohnorts und der Schulgliederung folgende drei Untergruppen:

1. Untergruppe "Stadt"

Sie umfaßt 72 junge Erwachsene, die in den Städten Nürnberg, Fürth und Erlangen aufgewachsen sind.

2. Untergruppe "Mittel"

Die 48 jungen Erwachsenen dieser Gruppe waren teilweise in den Städten Schwabach, Ansbach und Hersbruck aufgewachsen. Daneben wurden auch diejenigen Versuchspersonen in diese Gruppe aufgenommen, die in Orten mit ausgebauten Schulen ihre Schulzeit absolviert hatten.

3. Untergruppe "Dorf"

Die 51 jungen Erwachsenen dieser Gruppe stammen aus Landgemeinden mit wenig gegliederten Schulen.

Die Auswahl der Versuchspersonen erfolgte in der Weise, daß für die pro Untersuchungstag anwesenden 40 bis 50 Personen eine entsprechende Anzahl von Nummernkärtchen vorbereitet worden war. Die zu interviewenden Personen wurden sodann durch Losentscheid ermittelt. Aus den zur Verfügung stehenden Personalbögen konnte die schulische Laufbahn des Betreffenden entnommen werden.

Es wurden nur solche Versuchspersonen in die Stichprobe aufgenommen, die keine weiterführenden Schulen besucht und die Volksschule mit der 8. Klasse abgeschlossen hatten. Die Ziehung wurde so lange fortgesetzt, bis vier Volksschulabsolventen ermittelt worden waren.

Durch die ausschließliche Wahl von Volksschulabgängern sind in der Stichprobe nur die Angehörigen folgender Berufsgruppen vertreten:

	Anzahl	in %
Landwirte	16	9,4
Beamte und Angestellte	25	14,6
Handwerksberufe mit Lehre	119	69,6
Ungelernte Arbeiter	11	6,4
Insgesamt	171	100,0

Tabelle 1

=====

In der Stichprobe der jungen Erwachsenen vertretene
Berufsgruppen

=====

Die Versuchspersonen wurden nach Abschluß der von der Bundeswehr durchgeführten Eignungsuntersuchung am Nachmittag untersucht. Sie empfanden das Interview als Teil der Eignungsuntersuchung, waren dadurch bereits entsprechend motiviert und arbeiteten mit einer Ausnahme bereitwillig mit.

Die Untersuchung fand in einem abgeschlossenen Raum statt, in dem sich niemand weiter befand.

Die Versuchspersonen erhielten folgende Instruktion:

"Herr..., wir interessieren uns dafür, wie junge Männer in Ihrem Alter über bestimmte Fragen aus ihrer Umgebung denken. Ich werde Ihnen deshalb eine Reihe von Fragen stellen und möchte Sie bitten, mir diese zu beantworten. Die Beantwortung dieser Fragen hat keinen Einfluß auf Ihre Testergebnisse. Bei diesen Antworten gibt es auch kein Falsch und kein Richtig. Uns interessiert nur, was Sie denken.

Sie werden feststellen, daß ich öfters frage: 'Wie meinen Sie das', oder 'Könnten Sie das etwas näher erklären?'. Werden Sie dann bitte nicht ungeduldig, wir möchten möglichst genau wissen, was Sie meinen.

Bestimmt möchten Sie auch wissen, warum wir ausgewählt Sie ausgewählt haben. Sie werden einsehen, daß nicht alle 45 Mann an einem Tag befragt werden können. Deshalb werden immer nur vier Mann zufällig ausgewählt, und Sie sind einer von diesen 'Glücklichen'."

Das Interview wurde auf Tonband aufgenommen und zu Anfang jeder Untersuchung wurde auf das Mikrophon und das Tonbandgerät mit der Erklärung hingewiesen, daß der Versuchsleiter nicht alles aufschreiben könne und daß die

Untersuchung auf diese Weise rascher vonstatten gehe., Unter der Bedingung, daß vollste Anonymität gewahrt bleibe, gab jede Versuchsperson ihre Zustimmung zur Verwendung des Tonbandgerätes. Das Interview dauerte in der Regel 15 - 20 Minuten.

Für die Beurteilung der intellektuellen Leistungsfähigkeit konnte auf die "Intelligenznoten" zurückgegriffen werden, die bei der psychologischen Eignungsuntersuchung ermittelt wurden.

Nach G. FLIK (1965) verwendet die Eignungsprüfung eine Testserie, die aus folgenden vier Testgruppen besteht:

1. Grundleistungstests auf Gebieten der elementaren Bildung, z. B. Rechentest, Rechtschreibtest;
2. Berufsspezifische Leistungs- und Kenntnistests, z. B. Elektrotechnischer Test;
3. Spezielle Leistungs- und Funktionstests, z. B. Funktest, der die Fähigkeit im Aufnehmen von Morsezeichen prüft;
4. Charakterologische Tests
in besonderen Fällen, z. B. kurze graphologische Analyse des handgeschriebenen Aufsatzes.

Die ermittelten Rohwerte werden in normalisierten "Intelligenznoten" von 1 bis 7 ausgedrückt. Die Mittelwerte für Personen mit unterschiedlichem Schulabschluß schwanken je nach Geburtsjahrgang und Bundesland geringfügig. Für Volksschulabsolventen der Bundesrepublik liegt der Mittelwert nach Rundschreiben des Bundeswehrverwaltungsamtes bei 4,4 mit einer Streuung von $\pm 0,85$.

Bezüglich der Validität der verwendeten Testverfahren verweist FLIK auf das Urteil von Kompanieführern.

Von einer eingehenden Analyse der einzelnen Testverfahren wird in der Schriftenreihe "Wehrpsychologische Untersuchungen" 1/67 berichtet, die sich vorwiegend mit der "inneren Validierung" befaßte (G. A. LIENERT, 1961, S. 256). Ihr lag das Material von 10 000 Wehrpflichtigen zugrunde, die vom April bis September 1966 untersucht worden sind.

Da es bei der Eignungsprüfung jedoch "primär um die Feststellung der Eignung für bestimmte militärische Verwendungen" ging (G. FLIK, 1965, S. 38), stehen keine Angaben über den korrelativen Zusammenhang mit gebräuchlichen Intelligenztests zur Verfügung. Eine Bezugnahme auf die Intelligenznoten gibt jedoch einen gewissen Aufschluß darüber, welche Stellung die jeweilige Versuchsperson oder Versuchsgruppe hinsichtlich dieser Daten im Kollektiv einnimmt und ob Ansammlungen in Extrembereichen vorliegen.

Die in der folgenden Tabelle enthaltenen Daten zeigen, daß die drei Versuchsgruppen der Erwachsenen gut mit der Gesamtpopulation übereinstimmen.

	N	$\bar{X}$	s
Stadt	72	4,33	0,66
Mittel	48	4,53	0,80
Land	51	4,52	0,77

Tabelle 2

Mittelwerte und Streuung der Intelligenznoten bei den Versuchsgruppen der Erwachsenen

Der Versuchsgruppe der jungen Erwachsenen wurden zwei Kontrollgruppen gegenübergestellt.

Die erste Kontrollgruppe "Stadtkinder" umfaßt 48 Schüler aus fünf verschiedenen siebten Klassen in Nürnberg. Sie wurden im Juli 1967 untersucht, als der Unterricht in Naturlehre für das Schuljahr 1966/67 weitgehend abgeschlossen worden war. Der Altersdurchschnitt betrug 13;6 Jahre (13,49 Jahre) mit einer Streuung von ± 4 Monaten (0,36 Jahre).

Die zweite Kontrollgruppe "Landkinder" umfaßt 51 Schüler des 7. und 8. Schülerjahrgangs. Sie wurden fünf verschiedenen wenig gegliederten Schulen aus der Umgebung Nürnbergs entnommen. Der geographischen Verteilung nach kann die Kontrollgruppe "Landkinder" mit der Versuchsgruppe "Land" der Erwachsenen verglichen werden.

Diese Kinder wurden im September 1967 untersucht, als nach Auskunft der Lehrer der Unterricht in Naturlehre noch nicht begonnen hatte.

Der Altersdurchschnitt betrug wie bei den Stadtkindern ebenfalls 13;6 Jahre (13,52 Jahre), während die Streuung wegen der Einbeziehung von zwei Schülerjahrgängen sich auf ± 7 Monate (0,6 Jahre) erhöhte.

Die ausgewählten Kinder sollen nach Angaben der Lehrkräfte von durchschnittlich ausgeprägter Intelligenz gewesen sein. Keines der Kinder hatte eine Klasse wiederholt oder war von einer weiterführenden Schule in die Volksschule zurückgekehrt.

Die Untersuchung erstreckte sich in der Regel über einen Vormittag. Es wurde nach Möglichkeit die Kommunikation unter den Schülern unterbunden, indem darauf

geachtet wurde, daß sich die Schüler während des Unterrichts nicht unterhielten und daß sie getrennt in die Pause gingen.

Vor Beginn der Untersuchung stellte sich der Versuchsleiter der Klasse vor und erklärte den Zweck der Untersuchung, wobei er sich an folgenden Text hielt:

"Ich habe mich mit vielen Erwachsenen über verschiedene Probleme unterhalten und ich interessiere mich dafür, wie Ihr darüber denkt.

In der Klasse kann man schlecht über diese Fragen sprechen, denn da erfahre ich nicht, was jeder einzelne von Euch sich dazu denkt. Darum möchte ich Euch bitten, daß Ihr Euch einzeln mit mir unterhaltet. Welche Fragen es sind, möchte ich Euch jetzt noch nicht verraten, damit Ihr Euch nicht schon vorher darüber unterhaltet. Ihr braucht aber keine Angst zu haben, es sind ganz einfache Fragen, von denen Ihr sogar manche schon in der Schule behandelt habt. Im Gegensatz zur Schule gibt es bei Euren Antworten aber kein Falsch und kein Richtig, denn ich interessiere mich nur dafür, an was Ihr denkt. Auch Euerem Lehrer werde ich nicht erzählen, was der einzelne so gesagt hat.

Wenn noch Zeit bleibt, so können wir uns später miteinander über diese Fragen unterhalten."

Die Einzelinterviews fanden in abgeschlossenen Räumen statt, zum Teil in leeren Schulzimmern, zum Teil in anderen Räumen, in denen ungestörtes Arbeiten gewährleistet war.

Alle Kinder, die von den Lehrern zur Untersuchung ausgewählt worden waren, arbeiteten gern und bereitwillig mit. Gegen die Verwendung des Tonbandgerätes hatten sie wie die Erwachsenen nichts einzuwenden, während bohrende Fragen während des Interviews manchmal als unangenehm empfunden wurden.

2. Zur Auswahl der erhobenen Daten

(1) Physikalische Phänomene

Bei der Auswahl der physikalischen Phänomene für die vorliegende Untersuchung waren folgende Überlegungen maßgebend gewesen:

- a) Zunächst ging es darum, physikalische Phänomene auszuwählen, die auch von anderen Autoren in deren Untersuchungen verwendet worden waren, um auf dieser Grundlage Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Arbeiten zu besitzen.
- b) Fußend auf den Arbeiten von J. M. DEUTSCHE (1937) und M. L. NASS (1956), die fanden, daß es kein einheitliches Niveau gäbe, von dem aus die Fragen beantwortet würden, sondern daß die Art der Antwort von Frage zu Frage variere, sollten die gestellten Probleme verschiedenen Gebieten der Physik angehören.
- c) Da noch der Einfluß der Schule auf die Bildung physikalischer Konzepte berücksichtigt werden sollte, kam es wegen der Kontrollgruppen darauf an, Fragen auszuwählen, die nach den Richtlinien von 1963 mit Abschluß der 7. Klasse behandelt worden sind, während andere erst zum Stoff des nächsten Jahrgangs gehörten.
- d) M. L. NASS (1956) konnte zeigen, daß es von Einfluß auf die Art der Beantwortung ist, ob das Kind sich über das zur Diskussion stehende Phänomen in direktem Umgang Erfahrungen aneignen konnte oder nicht - eine Feststellung, über die bereits K. ZEININGER 1929 berichtet.
Deshalb sollten in den Fragenkatalog Probleme aufgenommen werden, bei denen die Kinder Gelegenheit gehabt hatten, in direktem Umgang mit ihnen Erfah-

rungen zu sammeln, und andere, die sich durch ihre Eigenart dem entziehen, zum Beispiel meteorologische Erscheinungen.

- e) Um einen Hinweis auf außerschulisches Lernen zu erhalten, wurde eine Frage aufgenommen, die Probleme der Raumfahrt zum Gegenstand hatte. Es bietet zwar die Behandlung der Mechanik im 7. Jahrgang Anlaß, von Seiten der Schule auf derartige Probleme einzugehen, doch verbreiten die Massenmedien ständig diesbezügliche Informationen.

Für die Gestaltung der Fragen schlägt W. JAIDE (1954) vor, nicht mit "Warum..." zu beginnen, sondern "Wie kommt es, daß...", ohne jedoch eine nähere Begründung dafür zu geben.

Mit dem Einfluß der Verbalisierung der Fragen auf die Art der Antworten hat sich M. L. NASS (1956) befaßt. Er war zu dem Ergebnis gekommen, daß eine unterschiedliche verbale Fassung der Fragen wie oben angegeben zu Unterschieden führe, die sich statistisch sichern ließen: Wird die Begründung eines physikalischen Phänomens vom Kinde sinngemäß in der Form "Wie kommt es, daß..." oder in der Form "Warum..." verlangt, so reagieren Kinder auf die erste Fassung der Frage häufiger mit sachlichen Antworten als auf die zweite; diese würde mehr affektiv gefärbte Antworten nach sich ziehen.

Zu vergleichbaren Aussagen waren auch A. J. SIMMONS und A. E. GOSS (1957) gekommen, die einen Zusammenhang zwischen präkausalen Antworten und der Art der verbalen Instruktion nachweisen konnten.

Damit vermieden wird, daß durch die Art der Fragestellung die Antworten der Versuchspersonen in der angegebenen Richtung beeinflusst werden könnten, wurde für die

verbale Gestaltung der zu untersuchenden physikalischen Phänomene die Form "Wie kommt es, daß..." gewählt.

Nach diesen Überlegungen waren insgesamt 20 Fragen aus dem Fachbereich der Physik konzipiert worden. Jeweils 10 Fragen wurden einem Vortest mit 25 Kindern des 7. Jahrgangs unterzogen, die im Gruppenversuch die Fragen schriftlich beantwortet hatten. Aufgrund der Ergebnisse wurden sodann diejenigen Fragen ausgeschieden, die unklar formuliert waren, oder für die die Mehrzahl der Kinder gängige Antworten zur Verfügung hatten.

Zum Beispiel "Wie kommt es, daß die Telefondrähte im Sommer durchhängen, während sie im Winter straff gespannt sind?" - "Wärme dehnt die Körper aus, Kälte zieht sie zusammen."

Für die endgültige Untersuchung waren die folgenden Fragen ausgewählt worden:

1. Sie haben doch schon oft Gewitter beobachtet. Wie kommt es eigentlich dazu, daß es blitzt und donnert?
2. Die Astronauten in den Gemini-Kapseln umkreisen tagelang die Erde.
 - a) Wie kommt es, daß die Gemini-Kapsel mit den Astronauten nicht auf die Erde fällt?
 - b) Wie kommt es, daß die Gemini-Kapsel nicht von der Erde fortfliegt, hinaus in den Weltraum, wenn sie die Erde umkreist?
 - c) Wie kommt es, daß die Astronauten wieder auf die Erde zurückkehren können?
3. Wie kommt es, daß der Wind weht?
4. Wenn man ein Stück Eisen ins Wasser wirft, so versinkt es. Wie kommt es aber, daß eiserne Schiffe nicht untergehen?
5. Wie kommt es, daß der Fahrraddynamo Strom erzeugt?
6. Würde ein vom Fahrrad abmontierter Dynamo sich drehen, wenn man eine Batterie anschließt?
7. Wie kommt es, daß man öfters nach einem Regen einen Regenbogen beobachten kann?
8. Wie kommt es, daß ein Magnet eiserne Dinge anzieht, zum Beispiel Nägel?
9. Wie kommt es, daß es bei uns im Dezember kalt ist?
10. Wie kommt es, daß man durch ein Vergrößerungsglas Gegenstände vergrößert sieht?

Weitere Anmerkungen, die die einzelnen Fragen betreffen, erfolgen später bei der Darlegung der Ergebnisse.

(2) Daten zur Familienkonstellation

Bei der Erhebung der Daten zur Familienkonstellation wurde das von W. TOMAN vorgeschlagene "Leitblatt für Datenerhebungen" zugrunde gelegt (W. TOMAN, 1965, S. 244).

Demzufolge wurden neben den Angaben zur Person der Versuchspersonen ihre Geschwisterpositionen ermittelt: Zahl, Geschlecht, Altersabstand und Familienstand der Geschwister bzw. Halb- oder Stiefgeschwister, sowie etwaige Verluste derselben.

Angaben über die Person der Eltern und ständige Abwesenheit derselben wurden ermittelt. Die Daten der jeweiligen Geschwisterpositionen der Eltern waren in der Regel jedoch nicht verfügbar.

Diese Angaben konnten ohne Schwierigkeiten erhalten werden und nur bei unehelicher Geburt der Versuchsperson gab es merkliche Zurückhaltung, die sich jedoch durch Zusicherung vertraulicher Behandlung der Daten beheben ließ.

3. Methode der Datenerhebung

Als Methode der Datenerhebung war ursprünglich die freie schriftliche Beantwortung der 10 in einem Fragebogen aufgeführten Fragen vorgesehen, die physikalische Phänomene zum Inhalt hatten. Nachdem ca. 300 bearbeitete Fragebögen vorlagen, zeigte die Auswertung, daß diese Methode nicht beibehalten werden konnte. Die Versuchspersonen, die nur die Volksschule absolviert hatten, konnten sich schriftlich nicht genügend ausdrücken. Häufig wurden als Antwort nur physikalische Begriffe angeführt, und es konnte kein Aufschluß darüber erlangt werden, wie sich die Versuchsperson die Verbindung zwischen dem angeführten Begriff und dem Phänomen vorstellte.

Deshalb wurde in Anlehnung an die klinische Methode J. PIAGETs die Methode des standardisierten Interviews (L. J. YARROW, 1967, S. 574) gewählt, bei welchem "die vollständige Formulierung der Fragen vor der Sitzung vorliegt und die jeder Person in gleicher Weise gestellt werden, ohne Änderungen in der Betonung oder Reihenfolge vorzunehmen." (L. J. YARROW, 1967, S. 574)

Außer der Stellung der Fragen beschränkten sich die weiteren verbalen Äußerungen des Versuchsleiters auf die folgenden, die zuvor an einer Gruppe von 10 männlichen Erwachsenen zwischen 20 und 30 Jahren getestet worden waren, indem sie über die gleichen Fragen interviewt wurden.

1. Hatte die Versuchsperson die Frage nicht verstanden, so wurde die Frage noch einmal in ihrer Gesamtheit wiederholt. Weitere Erklärungen wurden nicht gegeben.
2. Nach Antworten wurde mit folgenden Formulierungen um weitere Erklärungen gebeten:

"Wie meinen Sie das?" - "Könnten Sie das bitte etwas näher erläutern?"

3. Wurden nach der ersten Antwort zu einer Frage keine weiteren Erklärungen gegeben, so wurde noch gefragt: "Wie kommt es, daß... (Bedingung, die die Versuchsperson genannt hatte) - (Nennung des physikalischen Phänomens)."
4. Antwortete die Versuchsperson: "Das weiß ich nicht", so konnte durch die Frage: "Was könnte dabei eine Rolle spielen?" in den meisten Fällen doch ein Gespräch angebahnt werden.

Das Interview wurde auf Tonband aufgenommen, worauf bereits bei der Beschreibung der Stichproben und der jeweiligen Instruktionen hingewiesen wurde, und anschließend in Maschinenschrift übertragen.

4. Methoden der statistischen Auswertung

Die Antworten aller erwachsenen Versuchspersonen zu einer Frage wurden vom Versuchsleiter zu inhaltlich gleichen Gruppen zusammengestellt. Die Anzahl der Gruppen variierte von Frage zu Frage. Einzelantworten, die sich nicht zu einer Gruppe von mindestens zwei Antworten zusammenfassen ließen, wurden unter "Sonstige" eingereiht und im weiteren Verlauf einzeln gewertet.

Die auf diese Weise gebildeten Antwortgruppen wurden in qualitativer Hinsicht nach der Art des vorherrschenden Erklärungsprinzips zusammengefaßt. Es ergab sich folgendes Schema, das in statistischer Hinsicht dem Nominalskalenniveau entsprechend behandelt wurde:

1. Richtiges physikalisches Prinzip
2. Falsche physikalische Prinzipien
3. Keine physikalischen Prinzipien
4. Nichtnaturalistische Erklärungen
5. Keine Erklärung

Das Ergebnis dieser ersten Einordnung wurde einem zweiten Beurteiler vorgelegt, der mit der Fragestellung der Arbeit vertraut war und der die Aufgabe hatte, sowohl die Zusammenstellung der inhaltlich gleichen Antworten zu Antwortgruppen als auch die Einordnung der Antwortgruppen in das oben genannte qualitative Schema zu überprüfen.

Übereinstimmende Beurteilungen in der Zuordnung der Antworten zu den verschiedenen Antwortgruppen war in 95,7 % der Fälle gegeben. Der Bereich der Übereinstimmungen erstreckte sich von 91,8 % bei Frage 4 "Schiff" bis zu 98,9 % bei den Fragen 2 a und 2 b "Astronauten" und 5 "Dynamo".

Die vom Autor getroffene Zuordnung der Antwortgruppen zu den fünf qualitativen Kategorien wurde vom zweiten Beurteiler bei neun Fragen voll bestätigt, während bei den restlichen vier Fragen folgende Werte für den Kontingenzkoeffizienten (G. A. LIENERT, 1962, S. 185) ermittelt wurden: 0,94 bei Frage 10 "Lupe"; 0,97 bei Frage 2 b "Astronauten"; 0,98 bei Frage 8 "Magnet" und 0,99 bei Frage 3 "Wind".

Die Abweichungen in beiden Bereichen wurden diskutiert und einem dritten Beurteiler zur Entscheidung übergeben.

Wie aus den Angaben über den Zeitpunkt der Untersuchungen ersichtlich, fanden die Interviews der Kontrollgruppen später statt. Deren Antworten wurden durch den Autor den bereits bestehenden Antwortgruppen zugeordnet und, wo nötig, neue Gruppen gebildet. Die Variationsbreite der Anzahl der Antwortgruppen lag zwischen 15 bei der Frage 2 a "Astronauten" und 33 bei der Teilfrage 1 "Blitz" - "Wie kommt es, daß es blitzt?". Diese endgültige Gruppierung der Antworten wurde sodann elf Beurteilern vorgelegt, Studenten der Psychologie und Pädagogik in den Anfangssemestern. Sie hatten die Aufgabe, unabhängig voneinander die Zuverlässigkeit der Zuordnung der Antworten zu den Antwortgruppen zu überprüfen und auch die vorgenommene Einordnung dieser Antwortgruppen in fünf qualitative Kategorien zu beurteilen.

Bei der Überprüfung der Zuordnung der Antworten zu Antwortgruppen zeigte ein Beurteiler bei Frage 4 "Schiff" mit 96,7 % übereinstimmenden Beurteilungen die geringste Übereinstimmung mit der vorgegebenen Anordnung. Vollkommene Übereinstimmung wiesen je ein Beurteiler bei den Fragen 1 "Blitz" und 6 "E-Motor" auf und zwei Beurteiler schlugen bei Frage 5 "Dynamo" keine Änderungen vor.

Im Mittel wurden für alle Fragen eine Übereinstimmung in 98,9 % der Fälle erhalten. Die mittleren Beurteilungen der einzelnen Fragen lagen zwischen 98,5 % bei der Frage 3 "Wind" und 99,2 % bei Frage 5 "Dynamo".

Kontingenzkoeffizienten ließen sich nicht ermitteln, da die Beurteiler teilweise nur die Antworten angaben, die ihrer Meinung nach nicht bestimmten Antwortgruppen entsprachen, ohne jedoch eine Zuordnung zu anderen Gruppen vorzunehmen.

Bei der Einordnung dieser Antwortgruppen in fünf qualitative Kategorien schlugen fünf der elf Beurteiler bei keiner Frage eine Änderung der getroffenen Einordnung vor. Vier Beurteiler waren der Meinung, daß nur bei einer Frage eine Antwortgruppe falsch eingeordnet sei. Ein Beurteiler hatte bei zwei verschiedenen Fragen die Einordnung je einer Antwortgruppe abgeändert, und ein Beurteiler schlug bei zwei Fragen eine andere Einordnung jeweils zweier Antwortgruppen vor.

Die Beurteiler bezogen sich dabei stets auf verschiedene Antwortgruppen. Es waren damit von den elf Beurteilern nur insgesamt zehn Abänderungsvorschläge bei den 13 Fragen gemacht worden. Berücksichtigt man, daß die Antworten zu jeder Frage in 15 bis 33 verschiedene Antwortgruppen eingeteilt worden waren, so können die geringen Abänderungsvorschläge als Zeichen für die hohe Zuverlässigkeit gewertet werden, mit der die Einordnung dieser Antwortgruppen in die verschiedenen qualitativen Kategorien durch den Autor und die beiden ersten Beurteiler vorgenommen worden war.

Dieses Verfahren weicht jedoch von den üblichen ab, als die Beurteiler eine getroffene Anordnung zu überprüfen hatten, statt unabhängig voneinander diese Anordnung erst vorzunehmen. Zu dieser Methode mußte jedoch aus ökonomischen Gründen geschritten werden. Im vorliegenden Falle war von den Beurteilern im wesentlichen nur das Urteil "stimmt - stimmt nicht" gefordert, wenn sie die zu einer definierten Gruppe zusammengefaßten Antworten überprüften. Für die Durchsicht der insgesamt 270 Antworten zu jeder Frage benötigten sie fast eine Stunde. Mit einem weit größeren Zeitraum wäre zu rechnen gewesen, wenn die ungeordneten Antworten erst zu inhaltlich gleichen Gruppen zusammenzufassen gewesen wären. Da für eine derartig umfangreiche Arbeit keine Personen zur Verfügung standen, wurde die skizzierte Methode gewählt. Die geringen Abweichungen, die die einzelnen Beurteiler gegenüber der ursprünglichen Anordnung zeigten, können als Indiz für die Verwendbarkeit dieses Verfahrens gewertet werden.

Weiterhin wurde eine quantitative Einschätzung des Ausprägungsgrades der physikalischen Richtigkeit jeder Antwortgruppe auf einer achtstufigen Ratingskala vorgenommen. Sie bestand aus einer für die Anzahl der Antwortgruppen ausreichenden Anzahl von 8 cm langen Streifen, die in 8 gleich große Abschnitte aufgeteilt waren und auf DIN A 4 Blätter skizziert waren. Die beiden Endpunkte der Skalen waren neben der Markierung durch die Ziffern 0 und 7 auch verbal definiert. Der linke Endpunkt der Skalen war für Antworten vorgesehen, in denen die Versuchspersonen nichts zur Erklärung des betreffenden physikalischen Phänomens auszusagen wußten, während Markierungen am rechten Skalenendpunkt optimalen Antworten entsprachen.

Vor der Einschätzung der Antwortgruppen, die mit Buchstaben des Alphabets bezeichnet waren, wurden die Be-

urteiler mit der physikalischen Erklärung des Phänomens bekannt gemacht. Diese stellten die optimalen Erklärungen dar. Unter Hinzuziehung von Lehrbüchern für den Naturlehreunterricht an Volksschulen (R. BUTSCHECK und E. HOFMEISTER, 1961) war berücksichtigt worden, welche Erklärung die Volksschule für das betreffende Phänomen gab. Damit nicht die Antworten der Versuchspersonen wegen ihrer umgangssprachlichen Formulierungen schlechter eingeschätzt würden als genaue Wiedergaben physikalischer Gesetze, wurden als optimale Antworten häufig Antworten der Versuchspersonen vorgegeben. Diese Antworten waren zuvor von zwei Assessoren des Höheren Lehramts für Mathematik und Physik auf ihre physikalische Gültigkeit hin überprüft worden.

Mit dem Vorliegen der 11 Einschätzungen hinsichtlich der physikalischen Richtigkeit für eine Antwortgruppe ergab sich nun die Frage, auf welche Weise der endgültige Wert zu ermitteln sei. Dem allgemein üblichen Verfahren, wonach der Wert für eine Variable über das arithmetische Mittel der verschiedenen Einschätzungen gewonnen wird (G. CLAUSS, 1968, S. 45), konnte nicht gefolgt werden, da dies das Niveau einer Intervallskala vorausgesetzt hätte. Die Überprüfung der Abstände zwischen den einzelnen Stufen der Ratingskala mit Hilfe der z-Funktion ergab jedoch, daß die Abstände nicht gleich groß waren. Die erhaltenen z-Werte wiesen Differenzen zwischen 0,26 und 0,94 auf. Auf dem Niveau von Ordinalskalen hingegen, dem damit die vorliegenden Werte entsprachen, kann nur der Median aus den elf verschiedenen Werten ermittelt werden. Dieser wurde dann auf den nächstliegenden ganzzahligen Wert auf- oder abgerundet.

Die erhaltenen Werte zeigten eine stark linksgipflige Verteilung, was in Übereinstimmung mit der oft hohen Besetzung mancher Antwortgruppen steht. Die Annahme, daß das untersuchte Merkmal in der Population normal verteilt sei, konnte nicht getroffen werden und eine Normalisierung der Verteilung, wie sie etwa P. R. HOFSTÄTTER (1966, S. 60 f.) vorschlägt, unterblieb aus diesen Gründen. Es wurden die Rohwerte beibehalten und als nichtparametrisches Prüfverfahren der Häufigkeitsverteilungen der Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung (G. A. LIENERT, 1962, S. 110) verwendet. Ließen sich Ausprägungen von Variablen in paarweiser Form anordnen, so erfolgte die Prüfung der Differenzen über den Wilcoxon-Test für Paardifferenzen (G. A. LIENERT, 1962, S. 124).

Bei den qualitativen Merkmalen wurden Unterschiede der Verteilung über die χ^2 -Methode auf Signifikanz getestet, bei zu geringer Besetzung der Felder fand der Fisher-Yates-Test Anwendung. Die Ergebnisse wurden als statistisch bedeutsam betrachtet, wenn die Zufallswahrscheinlichkeit unter 5 % lag.

Für die vorliegende Arbeit war von großem Interesse, welche Übereinstimmung zwischen dem Urteil von Fachleuten und dem der eingesetzten Beurteiler bestand. Einen Hinweis auf die Validität der Einschätzungen der Beurteiler gibt der über die Q-Korrelation von P. R. HOFSTÄTTER (1956, S. 81) vorgenommene Vergleich der Medianwerte ihrer Einschätzungen mit denen der beiden bereits genannten Assessoren. Es wurde eine mittlere Übereinstimmung von $Q = 0,95$ erhalten. Die geringste Übereinstimmung wurde bei Frage 8 "Magnet" mit $Q = 0,87$ erzielt, die höchste bei Frage 10 "Lupe" mit $Q = 0,98$. Studenten der Psychologie und Pädagogik schätzten damit die Gültigkeit physikalischer Konzepte der Versuchspersonen im wesentlichen ebenso ein wie die

beiden Assessoren und konnten damit bei der skizzierten Aufgabe als Beurteiler eingesetzt werden.

Die Übereinstimmung der 11 Beurteiler untereinander wurde nach HORST getestet (nach F. SIXTL, 1967, S. 143) und ergab einen mittleren Korrelationskoeffizienten von $r = 0,97$, wobei der Bereich zwischen $r = 0,95$ bei den Fragen 2 a "Astronauten", 4 "Schiff" und $r = 0,98$ bei 1 D "Donner", 2 c "Astronauten", 9 "Winter" und 10 "Lupe" lag.

Die durch die Verfahren von HOFSTÄTTER und HORST erhaltenen Ergebnisse sollten jedoch lediglich als Hinweise für den Grad der Übereinstimmung unter den Beurteilern verstanden werden. Beide Verfahren entsprechen nicht dem Ordinalskalenniveau, wurden jedoch aus Mangel an anderen geeigneten Prüfverfahren gewählt.

III. Ergebnisse der Untersuchung

1. Ergebnisse der quantitativen Analyse

(1) Physikalische Konzepte der Untersuchungsgruppen zu einzelnen Phänomenen

Vorbemerkungen:

Der Hypothesenbildung über die Güte der einzelnen physikalischen Konzepte bei Kindern und Erwachsenen sind der Bildungsplan für die bayerischen Volksschulen von 1955 und die Richtlinien für die Oberstufe der bayerischen Volksschulen von 1963 zugrunde gelegt worden. Sie enthalten die Themenkreise, die in den einzelnen Jahrgängen zu behandeln sind und lassen damit Rückschlüsse zu, ob und wann das betreffende physikalische Phänomen im Naturlehreunterricht der Volksschule zur Sprache gekommen ist. Dabei ist der Bildungsplan für die bayerischen Volksschulen von 1955 für den Unterricht der Erwachsenen maßgebend gewesen; die Richtlinien von 1963 für den Unterricht der Kontrollgruppe der Schüler. Auszüge aus beiden, den Naturlehreunterricht betreffend, sind im Anhang beigeheftet.

Die relativ eindeutige Zuordnung von Themenkreisen zu einzelnen Schülerjahrgängen ist jedoch nur für ausgebauten Stadtschulen möglich. Für wenig gegliederte Landschulen läßt sich diese Zuordnung nicht vornehmen, da hier besondere Lehrgangsvorschläge entwickelt wurden, auf die hier nicht eingegangen werden kann. Aufschlüsse über den Einfluß schulischer Information auf physikalische Konzepte lassen sich jedoch durch den Vergleich der beiden Kontrollgruppen untereinander erhalten. Im folgenden sollen die Ergebnisse der quantitativen Analyse mitgeteilt werden, die sich mit dem Vergleich der

physikalischen Konzepte junger Erwachsener mit denen 13jähriger Schüler hinsichtlich des Ausprägungsgrades ihrer physikalischen Richtigkeit befaßte. Es wurden dabei jeweils nur einander entsprechende Untersuchungsgruppen verglichen, nicht jedoch zum Beispiel Erwachsene aus Großstädten mit dreizehnjährigen Landkindern.

Die Ergebnisse werden in der Reihenfolge mitgeteilt, mit der die einzelnen Fragen während des Interviews vorgegeben wurden.

1. "Sie haben doch schon oft Gewitter beobachtet. Wie kommt es eigentlich dazu, daß es blitzt und donnert?"

Diese Frage war in die Untersuchung aufgenommen worden, da es sich beim Gewitter um ein Phänomen handelt, mit dem die Versuchspersonen immer wieder konfrontiert werden. Für die jungen Erwachsenen gilt, daß nach dem Bildungsplan von 1955 das Gewitter im Rahmen der Elektrizitätslehre ausdrücklich als Thema vorgesehen war. Die Richtlinien von 1963 dagegen berücksichtigen im Bereich der Elektrizitätslehre dieses Thema nicht mehr ausdrücklich. Zudem ist die Elektrizitätslehre Stoff des 8. Schülerjahrgangs. Zwar kann im Bereich der Wetterkunde auf das anstehende Problem eingegangen worden sein, doch dürften in diesem Falle die physikalischen Aspekte nicht im Zentrum der Behandlung gestanden haben. Da daher die Volksschüler - mindestens die Kontrollgruppe der Stadtkinder - über dieses Thema noch nicht informiert worden sind, während die Erwachsenen es in ihrer Schulzeit behandelt hatten, so kann die Annahme getroffen werden, daß die Konzepte junger Erwachsener über das Gewitter in physikalischer Hinsicht zutreffender sind als die der Schüler.

Während des Interviews wurde diese Frage in zwei Teilfragen aufgegliedert:

- 1 Blitz "Wie kommt es, daß es blitzt?"
- 2 Donner "Wie kommt es, daß es donnert?"

1 "Blitz" - "Wie kommt es, daß es blitzt?"

Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die Häufigkeiten, die die Antworten auf den verschiedenen Stufen der Ratingskala erzielten. Bei dieser und den folgenden Tabellen sind die Antworthäufigkeiten für die einzelnen Versuchs- und Kontrollgruppen angegeben.

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	1	-	-	1	-
6	7	2	5	1	1
5	5	6	3	11	6
4	14	4	1	3	-
3	15	14	10	8	7
2	13	7	18	16	22
1	10	7	7	7	12
0	7	8	7	1	3
Insges.	72	48	51	48	51
Median	2,9	2,6	2,2	2,5	2,0
mittlerer Quartil- abstand	1,3	1,2	0,9	1,4	0,7

Tabelle 3

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchs- und Kontrollgruppen zur Frage 1 B "Blitz" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand jeder Gruppe

Der Vergleich der Mediane zeigt, daß der Medianwert der Erwachsenen in Großstädten stark von dem der anderen Gruppen abweicht. Eine Überprüfung der Unterschiede auf statistische Bedeutsamkeit hin wird jedoch erst nach Ausscheidung der Angehörigen des Elektrohandwerks aus der Stichprobe erfolgen, da zur Beantwortung dieser Frage Kenntnisse der elektrostatischen Auf- und Entladung nö-

tig sind, die während der Lehrlingsausbildung der betreffenden Berufszweige zur Sprache kommen. Aus der Versuchsstichprobe wurden deshalb 13 Elektriker, 4 Rundfunkmechaniker und ein Büromaschinenmechaniker ausgeschieden, wobei deren Antworten, wie Tabelle 4 zeigt, durchaus nicht immer optimal eingeschätzt worden sind.

Rating- skala	Stadt	Mittel	Land
7	-	-	-
6	2	-	1
5	1	1	1
4	2	2	1
3	1	1	-
2	2	1	-
1	-	-	-
0	-	1	1
Insgesamt	8	6	4

Tabelle 4

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Angehörigen des Elektrohandwerks und verwandter Berufe zur Frage 1 B "Blitz" über einer achtstufigen Ratingskala

Nach der Eliminierung der Antworten der Angehörigen der genannten Berufe ergab sich folgende neue Verteilung:

Rating- skala	Versuchsgruppe		Kontrollgruppe		
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	1	-	-	1	-
6	5	2	4	1	1
5	4	5	2	11	6
4	12	2	4	3	-
3	14	13	10	8	7
2	13	6	18	16	22
1	8	7	7	7	12
0	7	7	6	1	3
Insgesamt	64	42	47	48	51
Median	2,8	2,6	2,1	2,5 ^{*)}	2,0
mittlerer Quartil- abstand	1,2	1,2	0,8	1,4	0,7

Signifikante Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung
(Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung):

*) : 5 % Niveau zu "Landkinder"

Tabelle 5

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchsgruppen, ohne Antworten der Angehörigen des Elektrohandwerks, und Kontrollgruppen zur Frage 1 B "Blitz" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Die neu ermittelten Mediane sind im Vergleich zu den vorhergehenden etwas niedriger. Die ausgeschiedenen 18 Versuchspersonen hatten damit das Ergebnis der Stichprobe wenig beeinflußt. Trotzdem wurde dem Vergleich sowohl der Versuchsgruppen untereinander als auch mit den Kontrollgruppen diese Verteilung zugrunde gelegt.

Allgemein erwiesen sich die physikalischen Konzepte der Stadtbevölkerung denen der Landbevölkerung überlegen. Der Unterschied der Beurteilungen der Konzepte der Stadtkinder gegenüber denen der Landkinder ist statistisch gesichert, während die Ergebnisse der entsprechenden Erwachsenengruppen diese Aussage nur der Tendenz nach bestätigen konnten.

Erwartungsgemäß wurden die physikalischen Konzepte der jungen Erwachsenen besser eingeschätzt als die der Kinder, doch blieb der Unterschied der zentralen Tendenzen gering. Damit erwiesen sich die physikalischen Konzepte junger Erwachsener zu dieser Frage nicht signifikant besser als die der Schüler, die über das genannte Phänomen noch keine systematischen Informationen durch die Schule erhalten haben.

1 "Donner"- "Wie kommt es, daß es donnert?"

Bei dieser Frage handelt es sich um die Erklärung der Entstehung eines akustischen Phänomens. Ihre Behandlung ist nach den Richtlinien von 1963 im 7. Jahrgang vorgesehen. Entstehung und Ausbreitung des Schalles werden als Themen genannt.

Der Bildungsplan für bayerische Volksschulen von 1955 sah für den 6. Jahrgang das Thema "Vom Schall" im Zusammenhang mit Musikinstrumenten vor.

Wurden damit die 13jährigen Schüler der Stadtschulen nach den Vorschlägen der Richtlinien im 7. Jahrgang intensiver mit dem Gebiet der Akustik vertraut gemacht als die jungen Erwachsenen während ihrer Schulzeit, so kann die Hypothese aufgestellt werden, daß die Schulkinder am Ende der 7. Klasse über bessere Konzepte im Bereich der Akustik verfügen als die jungen Erwachsenen der Stichprobe.

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	-	-	-	2	-
6	9	6	9	8	5
5	1	-	2	1	-
4	-	-	1	-	1
3	4	6	6	-	-
2	41	23	21	28	37
1	9	2	3	7	5
0	8	11	9	2	3
Insges.	72	48	51	48	51
Median	2,0	2,0	2,2	2,0	2,0
mittlerer Quartil- abstand	0,44	0,75	0,92	0,4	0,4

Tabelle 6

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchs- und Kontrollgruppe zur Frage 1 D "Donner" über einer achtsufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Nach den Ergebnissen der quantitativen Analyse zeigen, entgegen der Erwartung, vier Mediane den gleichen Wert, während die Abweichung des fünften statistisch nicht bedeutsam ist.

Unter Beachtung des mittleren Quartilabstandes von 0,92 scheint jedoch die Tendenz zu bestehen, daß junge Erwachsene aus Landgemeinden über bessere physikalische Konzepte aus dem Bereich der Akustik verfügen als die übrigen Versuchsgruppen.

Der Naturlehreunterricht im 7. Jahrgang bewirkte nicht, daß Schüler aus Großstädten bessere physikalische Konzepte über den untersuchten Bereich zeigen als Erwachsene, bei denen der Zeitpunkt entsprechender schulischer Information sieben Jahre zurücklag. Medianwerte und mittlere Quartilabstände weisen im Gegenteil darauf hin, daß die Konzepte weitgehend gleiche Beurteilungen hinsichtlich des Ausprägungsgrades ihrer physikalischen Gültigkeit fanden.

2 "Astronauten" - "Die Astronauten in den Gemini-Kapseln umkreisen tagelang die Erde.

- a) Wie kommt es, daß die Gemini-Kapsel mit den Astronauten nicht auf die Erde fällt?"
- b) Wie kommt es, daß die Gemini-Kapsel nicht von der Erde fortfliegt, hinaus in den Weltraum, wenn sie die Erde umkreist?
- c) Wie kommt es, daß die Astronauten wieder auf die Erde zurückkehren können?"

Die Frage 2 "Astronauten" war ausgewählt worden, weil diesbezügliche Informationen ständig durch die Massenmedien verbreitet werden. Für die Schüler des 7. Jahrgangs können im Unterricht, bei der Behandlung der Mechanik, die Begriffe Geschwindigkeit, Trägheit und Fliehkraft auf die Raumfahrt als aktuelles Thema ausgeweitet worden sein.

Die Behandlung der Mechanik während der Schulzeit der Erwachsenen hingegen war primär auf das "gesetzmäßige Verhalten konkreter Gegenstände wie Wagen und Fahrrad" abgestellt, so daß die Annahme getroffen werden kann, daß wegen der zusätzlich angebotenen Informationen durch die Massenmedien die untersuchten Schüler über bessere physikalische Konzepte verfügen als die befragten Erwachsenen.

Um das Konzept über das statische Gleichgewicht der an der Raumkapsel angreifenden Kräfte besser in den Griff zu bekommen, war diese Frage in drei Teilfragen aufgliedert worden, und für jede dieser Teilfragen soll die oben genannte Hypothese überprüft werden.

2a "Astronauten" - "Wie kommt es, daß die Gemini-Kapsel mit den Astronauten nicht auf die Erde fällt?"

Diese erste Teilfrage steht in thematischem Zusammenhang mit den von J. PIAGET (1951) untersuchten Meinungen von Kindern über das Schweben von Himmelskörpern. Die Meinungen über einen von Menschenhand geschaffenen Himmelskörper zeigen, hinsichtlich ihrer physikalischen Gültigkeit auf einer achtstufigen Ratingskala eingeordnet, folgende Häufigkeitsverteilungen:

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	3	-	5	-	1
6	3	1	1	6	3
5	2	3	1	1	3
4	-	-	-	-	-
3	24	12	18	15	9
2	37	28	23	22	32
1	2	3	2	4	3
0	1	1	1	-	-
Insges.	72	48	51	48	51
Median	2,4	2,2	2,5	2,4	2,2
mittlerer Quartil- abstand	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5

Tabelle 7

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchs- und Kontrollgruppen zur Frage 2a "Astronauten" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Trotz der Unterweisung der Schüler im Naturlehreunterricht der 7. Klasse über Geschwindigkeit, Fliehkraft und Trägheit, entsprechen die Beurteilungen der physikalischen Konzepte von jungen Erwachsenen und Kindern

in der Großstadt einander hinsichtlich zentraler Tendenz und Streuung.

Bei der Gruppe der Landbevölkerung lag der Medianwert der Erwachsenen über dem der entsprechenden Kontrollgruppe, ohne daß jedoch dieser Unterschied statistische Bedeutsamkeit erlangt hätte.

2b "Astronauten" - "Wie kommt es, daß die Gemini-Kapsel nicht von der Erde fortfliegt, hinaus in den Weltraum, wenn sie die Erde umkreist?"

Diese Teilfrage geht nochmals auf das Gleichgewicht zwischen Fliehkraft und Gravitationskraft ein. Die Häufigkeitsverteilung der Einschätzungen der dazu gegebenen Antworten zeigt folgende Tabelle:

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	2	-	1	1	1
6	1	-	-	2	2
5	29	11	17	17	15
4	-	-	-	-	-
3	1	2	2	-	-
2	34	26	20	23	26
1	5	3	6	2	4
0	-	6	5	3	3
Insges.	72	48	51	48	51
Median	2,4 ^{*)}	2,1	2,2	2,3	2,2
mittlerer Quartil- abstand	1,6	0,7	1,6	1,6	1,6

Signifikante Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung (Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung):

*) : 5 % Niveau zu "Mittel"

Tabelle 8

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchs- und Kontrollgruppen zur Frage 2 b "Astronauten" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Die Beurteilungen der physikalischen Konzepte junger Erwachsener und Schüler, die in Großstädten aufgewachsen sind, zeigen wiederum hohe Übereinstimmung sowohl in der zentralen Tendenz als auch in der Streuung. Die gleiche Übereinstimmung ist bei der Gruppe der Landbevölkerung festzustellen. Hingegen ist die Abweichung der Versuchsgruppe "Mittel" gegenüber der Gruppe "Stadt" von statistischer Bedeutung, während die Konzepte der Schüler weitgehend gleiche Beurteilungen erfuhren.

2c "Astronauten" - "Wie kommt es, daß die Astronauten wieder auf die Erde zurückkehren können?"

Vom Physikalischen her gesehen erfordert die Lösung des gestellten Problems die Reduzierung der Geschwindigkeit, damit durch Verringerung der Fliehkraft die Wirkung der Gravitation erhöht wird.

Die Einschätzung der physikalischen Konzepte zu dieser Frage erbrachte folgende Ergebnisse:

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	3	-	3	1	1
6	4	1	-	2	2
5	-	-	1	-	-
4	8	3	4	3	2
3	4	3	4	-	4
2	30	23	17	15	19
1	20	16	19	26	21
0	3	2	3	1	2
Insgesamt	72	48	51	48	51
Median	2,0 ^{*)}	1,8	1,7	1,4	1,6
mittlerer Quartil- abstand	0,8	0,6	0,7	0,6	0,6

Signifikante Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung (Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung):

*) : 5 % Niveau zu "Stadtkinder"

Tabelle 9

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchs- und Kontrollgruppen zur Frage 2c "Astronauten" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Im Gegensatz zu der für diese Frage aufgestellten Hypothese, wonach die Schulkinder über bessere physikalische Konzepte verfügen sollten als die Erwachsenen, zeigt sich hier bei der Stadtbevölkerung das Gegenteil: die physikalischen Konzepte der Versuchsgruppe "Stadt" wurden signifikant besser beurteilt als die der Stadtkinder.

Bei den beiden Gruppen der Landbevölkerung hingegen waren keine statistisch bedeutsamen Unterschiede festzustellen, desgleichen nicht zwischen den Versuchs- oder Kontrollgruppen.

3 "Wind" - "Wie kommt es, daß der Wind weht?"

Bei der Frage nach der Entstehung des Windes handelt es sich um einen Themenkreis, auf den im Bildungsplan von 1955 nicht gesondert verwiesen wurde.

Nach den Richtlinien von 1963 bieten sich jedoch zwei Gelegenheiten an, um auf das genannte Problem einzugehen.

Zunächst wird bei der Wärmelehre im 7. Jahrgang das physikalische Phänomen der Wärmeströmung behandelt.

Sodann finden sich im Erdkundeunterricht ebenfalls des 7. Jahrgangs die Themen "Lufthülle, Luftdruck, Luftströmungen". Es läßt sich daher die Annahme treffen, daß die Konzepte der Schüler über die Entstehung des Windes denen der Erwachsenen überlegen sind.

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	2	-	3	-	4
6	8	4	-	2	3
5	1	1	3	-	-
4	-	-	-	-	-
3	5	2	6	2	2
2	20	17	16	25	22
1	22	16	12	16	14
0	14	8	11	3	6
Insgesamt	72	48	51	48	51
Median	1,5	1,5	1,7	1,7	1,8
mittlerer Quartil- abstand	0,9	0,7	0,9	0,6	0,7

Tabelle 10

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchs- und Kontrollgruppen zur Frage 3 "Wind" über einer achtsstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Die in der Tabelle mitgeteilten Ergebnisse scheinen diese Annahme zu bestätigen, doch erreichen die Unterschiede der Medianwerte keine statistische Bedeutsamkeit, wie es auch die Vergleiche zwischen den verschiedenen Gruppen der Erwachsenen oder der der Kinder ergaben. Es läßt sich damit nur der Tendenz nach feststellen, daß 13jährige Schüler zutreffendere physikalische Konzepte über die Entstehung des Windes besitzen als 19jährige Erwachsene.

4 "Schiff" - "Wenn man ein Stück Eisen ins Wasser wirft, so versinkt es. Wie kommt es aber, daß eiserne Schiffe nicht untergehen?"

Das Schwimmen oder Sinken von Gegenständen in Wasser ist eines der am häufigsten untersuchten Phänomene in den Arbeiten über die Entwicklung des kausalen Denkens.

Das bei Frage 2 "Astronauten" immer wieder angesprochene Gleichgewicht von Kräften steht auch hier im Zentrum der Fragestellung: Das durch die Wirkung der Gravitation bedingte Gewicht des Schiffes entspricht dem durch die verdrängte Wassermenge erzeugten Auftrieb.

Dieses nach Archimedes benannte Prinzip ist nach den Richtlinien für bayerische Volksschulen von 1963 ebenfalls Stoff des 7. Jahrgangs, während der Bildungsplan von 1955 es dem Stoff des 6. Jahrgangs zuordnete.

Aufgrund der für die Schüler im gleichen Schuljahr erfolgten schulischen Unterweisung wird die Annahme getroffen, daß die physikalischen Konzepte der Schüler über diesen Bereich besser eingeschätzt werden als die der jungen Erwachsenen.

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	1	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
5	3	3	5	2	2
4	10	5	7	11	9
3	11	12	6	12	9
2	36	23	25	15	25
1	10	4	8	7	6
0	1	1	-	1	-
Insgesamt	72	48	51	48	51
Median	2,2	2,3	2,2	2,6	2,3
mittlerer Quartil- abstand	0,7	0,7	0,8	0,9	0,7

Tabelle 11

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchsgruppen und Kontrollgruppen zur Frage 4 "Schiff" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Die Konzepte der jungen Erwachsenen wurden weitgehend gleichartig bezüglich ihrer physikalischen Gültigkeit eingeschätzt, wie die Medianwerte und mittleren Quartilabstände der drei verschiedenen Versuchsgruppen zeigen.

Bei den Schülern weisen die Stadtkinder einen deutlichen Vorsprung vor den Landkindern auf, ohne daß diesem statistische Bedeutung zukäme.

Zentrale Tendenz und mittlerer Quartilabstand zeigen bei Schülern und jungen Erwachsenen aus Landgemeinden große Übereinstimmung auf. Nur die Ergebnisse der Kontrollgruppe der Stadtkinder im Vergleich zu denen der Versuchsgruppe "Stadt" konnten die für diesen Bereich getroffene Annahme der Tendenz nach bestätigen, wonach Schüler über bessere physikalische Konzepte verfügen sollten als junge Erwachsene.

5 "Dynamo" - "Wie kommt es, daß der Fahrraddynamo Strom erzeugt?"

Diese Frage war zusammen mit der Frage 6 "E-Motor" ausgewählt worden, um ein überschaubares technisches Gerät in die Untersuchung mit aufzunehmen.

Die elektromagnetische Induktion, wonach an den Enden eines in einem Magnetfeld bewegten Leiters eine Spannung auftritt, ist nach den Richtlinien von 1963 und dem Bildungsplan von 1955 in der 8. Klasse zu behandeln. Die Kontrollgruppe der Schulkinder, zumindest die der Stadtkinder, wurde damit noch nicht systematisch in die Elektrizitätslehre eingeführt, und es kann die Hypothese aufgestellt werden, daß die physikalischen Konzepte der jungen Erwachsenen adäquater sind als die der Schüler.

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	5	3	5	-	-
6	6	1	1	-	-
5	1	-	2	2	-
4	7	7	5	5	7
3	17	18	17	27	21
2	29	15	15	14	20
1	6	2	4	-	3
0	1	2	2	-	-
Insgesamt	72	48	51	48	51
Median	2,5	2,8	2,8	2,9	2,6
mittlerer Quartil- abstand	0,9	0,7	0,8	0,5	0,6

Tabelle 12

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchsgruppen und Kontrollgruppen zur Frage 5 "Dynamo" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Der Vergleich der Ergebnisse in Tabelle 12 zeigt die relativ großen Unterschiede in den ermittelten Medianwerten. Nach diesen scheint die Tendenz zu bestehen, daß die Konzepte der Stadtkinder, entgegen der Erwartung, besser eingeschätzt werden als die der Erwachsenen in Großstädten, während bei der Stichprobe der Landbevölkerung die Ergebnisse in Richtung der Annahmen liegen.

In dieser Tabelle sind jedoch noch die Antworten der Angehörigen des Elektrohandwerks enthalten, so daß wie bei Frage 1 B "Blitz" die Antworten von insgesamt 18 Versuchspersonen eliminiert werden müssen.

Die Beurteilung ihrer Antworten gibt Tabelle 13 wieder:

Rating- skala	Versuchsgruppe		
	Stadt	Mittel	Land
7	3	3	4
6	3	1	-
5	-	-	-
4	1	-	-
3	-	1	-
2	1	-	-
1	-	1	-
0	-	-	-
Insgesamt	8	6	4

Tabelle 13

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Angehörigen des Elektrohandwerks und verwandter Berufe zur Frage 5 "Dynamo" über einer achtstufigen Ratingskala

Die Verteilung der Antworten über die Ratingskala zeigt in diesem Fall deutlich den Einfluß berufsspezifischer Ausbildung.

Die nach der Eliminierung der Antworten dieser Versuchspersonen sich ergebenden neuen Verteilungen und geänderten Ergebnisse sind in Tabelle 14 aufgeführt.

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	2	-	1	-	-
6	3	-	1	-	-
5	1	-	2	2	-
4	6	7	5	5	7
3	17	17	17	27	21
2	28	15	15	14	20
1	6	1	4	-	5
0	1	2	2	-	-
Insgesamt	64	42	47	48	51
Median	2,4	2,7	2,7	2,9 ^{*)}	2,6
mittlerer Quartil- abstand	0,7	0,7	0,7	0,5	0,6
Signifikante Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung (Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung):					
*) : 5 % Niveau			zu "Stadt"		

Tabelle 14

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchsgruppen, ohne Antworten der Angehörigen des Elektrohandwerks, und Kontrollgruppen zur Frage 5 "Dynamo" über einer achsstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Durch die Eliminierung der Antworten, die auf berufsspezifischer Schulung beruhen, verringerten sich die absoluten Beträge der Medianwerte der Versuchsgruppen.

Jetzt konnte auch die in Tabelle 12 aufgezeigte Tendenz, wonach, entgegen der Erwartung, die Konzepte der Stadtkinder besser beurteilt werden als die der entsprechenden Gruppe der Erwachsenen, in statistischer Hinsicht gesichert werden.

Zwischen den beiden Gruppen der Landbevölkerung ergaben sich hingegen keine statistisch bedeutsamen Unterschiede. Zu gleichen Ergebnissen kamen auch die Vergleiche zwischen den einzelnen Gruppen der Erwachsenen, während bei den Schülern die physikalischen Konzepte der Stadtkinder gegenüber denen der Landkinder die Tendenz besserer physikalischer Gültigkeit zeigten.

6 "E-Motor" - "Würde ein vom Fahrrad abmontierter Dynamo sich drehen, wenn man eine Batterie anschließt?"

Vom Technischen her ist die Anmerkung zu machen, daß das vorgeschlagene Experiment nicht durchführbar ist, da beim Fahrraddynamo die induzierte Spannung über zwei Schleifringe abgenommen wird. Sollte der Generator jedoch als Motor verwendbar sein, so müßte ein Kollektor die beiden Schleifringe ersetzen. Deshalb wurde die Frage so formuliert, daß bei Kenntnis der Zusammenhänge darauf eingegangen werden konnte. Im Zentrum der Betrachtung stand jedoch die elektrodynamische Wirkung des elektrischen Stromes als Umkehrung der elektromagnetischen Induktion, wie sie in Frage 5 "Dynamo" behandelt worden ist.

Vom Stand der schulischen Information aus gesehen, liegen bei dieser Frage die gleichen Voraussetzungen wie bei Frage 5 "Dynamo" vor. Damit wird die bei jener Frage getroffene Annahme aufrechterhalten, wonach die physikalischen Konzepte junger Erwachsener zu diesem Problem besser sind als die der Schüler.

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	1	1	4	-	-
6	10	4	6	4	1
5	3	2	1	1	2
4	-	-	-	-	-
3	5	9	2	2	1
2	31	19	26	25	23
1	12	7	7	15	20
0	10	6	5	1	4
Insgesamt	72	48	51	48	51
Median	2,0	2,1	2,0	1,8	1,6
mittlerer Quartil- abstand	0,8	0,8	0,7	0,5	0,6

Tabelle 15

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchs- und Kontrollgruppen zur Frage 6 "E-Motor" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Auch bei dieser Frage wurden, aus der in Tabelle 15 wiedergegebenen ursprünglichen Verteilung, die Antworten der 18 Angehörigen elektrotechnischer Berufe ausgeschieden. Dabei zeigt sich, wie aus Tabelle 16 ersichtlich, daß nicht alle jungen Männer, die die Gesellenprüfung im Elektrohandwerk abgelegt haben, einen Zusammenhang zwischen elektromagnetischer Induktion und der elektrodynamischen Wirkung des elektrischen Stromes herstellen können.

Rating- skala	Versuchsgruppe		
	Stadt	Mittel	Land
7	1	1	2
6	3	3	-
5	2	-	-
4	-	-	-
3	-	-	-
2	-	-	1
1	1	1	1
0	1	1	-
Insgesamt	8	6	4

Tabelle 16

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Angehörigen des Elektrohandwerks und verwandter Berufe zur Frage 6 "E-Motor" über einer achtstufigen Ratingskala

Die endgültige Verteilung und die daraus ermittelten Werte für die zentralen Tendenzen und Streuungen sind in nachfolgender Tabelle dargestellt:

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	-	-	2	-	-
6	7	1	6	4	1
5	1	2	1	1	2
4	-	-	-	-	-
3	5	9	2	2	1
2	31	19	25	25	23
1	11	6	5	15	20
0	9	5	5	1	4
Insgesamt	64	42	47	48	51
Median	1,9	2,0	2,0 ^{*)}	1,8	1,6
mittlerer Quartil- abstand	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6

Signifikante Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung
(Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung):

*) : 5 % Niveau zu "Landkinder"

Tabelle IV

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchsgruppen, ohne Antworten der Angehörigen des Elektrohandwerks, und Kontrollgruppen zur Frage 6 "E-Motor" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Infolge der in Tabelle 16 dargestellten weiten Streuung der ausgeschiedenen Antworten wurden die Medianwerte der endgültigen Verteilung im Vergleich zur ersten nur wenig beeinflußt. Die physikalischen Konzepte der jungen Erwachsenen wurden in quantitativer Hinsicht einheitlich beurteilt. Desgleichen ergab sich kein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen den Konzepten der Kontrollgruppen der Stadt- und Landkinder. Die Hypothese, wonach junge Erwachsene in der Elektrizitätslehre über bessere Konzepte verfügen als Schulkinder, konnte aufgrund der signifikant besseren Beurteilungen der Erwachsenen der Versuchsgruppe "Land" für diesen Bereich bestätigt werden, während dagegen die Konzepte der beiden Gruppen der Stadtbevölkerung weitgehend übereinstimmten.

7 "Regenbogen" - "Wie kommt es, daß man öfters nach einem Regen einen Regenbogen beobachten kann?"

Bei dieser Frage handelt es sich um eines der beiden aus dem Gebiet der Optik ausgewählten physikalischen Phänomene. Nach den Richtlinien von 1963 ist die Farberlegung des Lichtes im 6. Schülerjahrgang zu behandeln, nach dem Bildungsplan von 1955 kam sie während der Schulzeit der jungen Erwachsenen im 7. Jahrgang zur Sprache. In diesem Zusammenhang ist die Bezugnahme auf den Regenbogen allgemein üblich, während der Hinweis auf die unterschiedliche Wellenlänge des farbigen Lichtes als Begründung der unterschiedlichen Brechung nicht bei allen Naturlehrbüchern erfolgt. Erhielten damit Kontroll- und Versuchsgruppen entsprechende Informationen durch die Schule, so wird wegen des für die Schüler weniger weit zurückliegenden Zeitpunktes der Information die Annahme gemacht, daß sich ihre diesbezüglichen physikalischen Konzepte im Vergleich zu denen der Erwachsenen als überlegen erweisen.

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	9	6	3	4	-
6	4	1	3	1	-
5	3	-	1	5	4
4	9	13	6	4	2
3	-	-	-	-	-
2	15	11	10	12	17
1	29	16	26	22	27
0	3	1	2	-	1
Insgesamt	72	48	51	48	51
Median	1,8	2,1	1,4	1,7	1,4 ^{*)}
mittlerer Quartil- abstand	1,6	1,5	1,0	1,5	0,6

Signifikante Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung (Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung):

*) : 5 % Niveau zu "Mittel"

Tabelle 18

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchs- und Kontrollgruppen zur Frage 7 "Regenbogen" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Die in der Tabelle 18 dargestellten Ergebnisse bestätigen jedoch die getroffene Annahme nicht.

Die Beurteilung der physikalischen Konzepte der jungen Erwachsenen der Versuchsgruppe "Stadt" entspricht in zentraler Tendenz und Streuung der Kontrollgruppe der Stadtkinder.

Übereinstimmung in den Medianwerten zeigen auch beide Gruppen der Landbevölkerung, wenn auch die höhere Streuung der Erwachsenen dafür spricht, daß sie über mehr Informationen verfügen als die Schulkinder.

Zwischen den Gruppen der Stadt- und Landbevölkerung ergaben sich keine statistisch gesicherten Unterschiede, während jedoch die Tendenz aufgezeigt werden kann, daß ausgebaute Schulen mehr Informationen vermitteln. Die in statistischer Hinsicht gesicherte bessere Beurteilung der Konzepte der Versuchsgruppe "Mittel" im Vergleich zu der der Kontrollgruppe der Landkinder kann in diesem Sinne interpretiert werden.

8 "Magnet" - "Wie kommt es, daß ein Magnet eiserne Dinge anzieht, zum Beispiel Nägel?"

Das Thema des Magnetismus ist wie der Bereich der Elektrizitätslehre sowohl nach den Richtlinien von 1963 als auch nach dem Bildungsplan von 1955 Stoff des 8. Schülerjahrgangs. Damit kann, wie im Bereich der Elektrizitätslehre, die Annahme getroffen werden, daß die physikalischen Konzepte der jungen Erwachsenen denen der Schüler überlegen sind.

Bei der Bereitstellung der optimalen Antworten zeigte es sich jedoch, daß keines der zu Rate gezogenen Lehrbücher dieses Phänomen erklärte. Trotzdem war es in mehreren psychologischen Untersuchungen behandelt worden, zum Beispiel bei A. BANHOLZER (1936) oder W. JAIDE (1954). Als optimale Antwort wurde im Einvernehmen mit den beiden Assessoren für das Höhere Lehramt die Antwort konzipiert, daß man es nicht wisse (M. WAGENSCHNEIDER, 1965, S. 388).

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	-	-	-	-	-
6	6	3	2	2	-
5	5	1	4	-	5
4	8	3	5	5	1
3	7	2	1	7	6
2	29	29	31	24	33
1	7	3	2	9	5
0	10	7	6	1	1
Insgesamt	72	48	51	48	51
Median	2,2	2,0	2,1	2,1	2,1
mittlerer Quartil- abstand	1,0	0,4	0,4	0,6	0,4

Tabelle 19

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchs- und Kontrollgruppen zur Frage 8 "Magnet" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Ebenso wie im Bereich der Elektrizitätslehre wurden die aufgrund berufsspezifischer Informationen gegebenen Antworten eliminiert. Die in Tabelle 20 wiedergegebenen Beurteilungen der Antworten lassen auch hier erkennen, daß zusätzliche berufsspezifische Informationen durchaus nicht immer zu Überlegenen physikalischen Konzepten führen.

Rating- skala	Versuchsgruppe		
	Stadt	Mittel	Land
7	-	-	-
6	4	1	2
5	-	-	-
4	1	3	-
3	3	-	-
2	-	1	2
1	-	-	-
0	-	1	-
Insgesamt	8	6	4

Tabelle 20

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Angehörigen des Elektrohandwerks und verwandter Berufe zur Frage 8 "Magnet" über einer achtstufigen Ratingskala

Die endgültige Verteilung und die daraus ermittelten Ergebnisse enthält Tabelle 21:

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	-	-	-	-	-
6	2	2	-	2	-
5	5	1	4	-	5
4	7	-	5	5	1
3	4	2	1	7	6
2	29	28	29	24	33
1	7	3	2	9	5
0	10	6	6	1	1
Insgesamt	64	42	47	48	51
Median	2,1	2,0	2,1	2,1	2,1
mittlerer Quartil- abstand	0,9	0,4	0,4	0,6	0,4

Tabelle 21

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchsgruppen, ohne Antworten der Angehörigen des Elektrohandwerks, und Kontrollgruppen zur Frage 8 "Magnet" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Die ermittelten Medianwerte stimmen bei den Versuchs- und Kontrollgruppen der Stadt- und Landbevölkerung überein, während der Wert für die Versuchsgruppe "Mittel" leicht darunter liegt.

Die Ergebnisse können damit nicht die aufgestellte Hypothese bestätigen, wonach junge Erwachsene über bessere physikalische Konzepte verfügen als Schüler, die noch keine systematischen diesbezüglichen Informationen durch die Schule erhalten haben.

Der größere Reichtum an Informationen, über den die Erwachsenen aufgrund von schulischer Unterweisung und Auseinandersetzung mit der Umwelt verfügen sollten, wirkt sich nur in einer höheren Streuung der Ergebnisse der Versuchsgruppe "Stadt" aus.

9 "Winter" - "Wie kommt es, daß es bei uns im Dezember kalt wird?"

Sowohl die Richtlinien von 1963 als auch der Bildungsplan von 1955 weisen die Behandlung der Entstehung der Jahreszeiten dem Erdkundeunterricht im 7. Schülerjahrgang zu. Die zur Erklärung notwendigen Begriffe aus dem Bereich der Optik, wie zum Beispiel Einfallswinkel und geradlinige Ausbreitung des Lichtes, sollten aus der im 6. Jahrgang erfolgten Behandlung derselben zur Verfügung stehen. Beide Gruppen wurden demnach über die Entstehung der Jahreszeiten informiert. Aufgrund der für die Schüler im gleichen Schuljahr erfolgten schulischen Information wird die Annahme getroffen, daß die Schulkinder über adäquatere physikalische Konzepte verfügen als die jungen Erwachsenen.

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	1	-	-	1	1
6	2	2	3	9	3
5	-	-	-	-	-
4	3	2	1	3	4
3	5	1	1	-	1
2	46	33	25	30	33
1	14	8	20	4	8
0	1	2	1	1	1
Insgesamt	72	48	51	48	51
Median	2,0 ^{*)}	1,9	1,7	2,1	2,0 ^{*)}
mittlerer Quartil- abstand	0,4	0,4	0,6	1,1	0,4
Signifikante Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung (Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung):					
*) : 5 % Niveau			zu "Land"		

Tabelle 22

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchs- und Kontrollgruppen zur Frage 9 "Winter" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Die zu diesem Phänomen aufgestellte Hypothese konnte insoweit verifiziert werden, als die Schulkinder der Kontrollgruppe der Landkinder über signifikant bessere physikalische Konzepte verfügen als die entsprechende Gruppe der Erwachsenen. Bei der Gruppe der Stadtbevölkerung läßt sich, unter Berücksichtigung des höheren Medianwertes und der größeren Streuung bei der Kontrollgruppe der Kinder, diese Annahme nur der Tendenz nach bestätigen.

Für die gesamte Untersuchung war die Annahme getroffen worden, daß ausgebauten Schulen zur Entwicklung der physikalischen Konzepte ihrer Schüler mehr beizutragen vermögen als wenig gegliederte Schulen. Diese Annahme fand bei dieser Frage insofern eine Bestätigung, als die physikalischen Konzepte der jungen Erwachsenen aus Großstädten eine, in statistischer Hinsicht gesicherte, bessere Beurteilung fanden als die der jungen Erwachsenen aus Landgemeinden.

Die Daten der Kontrollgruppe der Schüler weisen in die gleiche Richtung, ohne jedoch statistisch von Belang zu sein.

10 "Lupe" - "Wie kommt es, daß man durch ein Vergrößerungsglas Gegenstände vergrößert sieht?"

Wie bei den Vorbemerkungen zur Frage 7 "Regenbogen" ausgeführt, wurden Themen aus dem Bereich der Optik für die Schüler im 6. Schülerjahrgang behandelt, für die jungen Erwachsenen im 7. Jahrgang. Die zur Frage 7 "Regenbogen" gemachte Annahme wird auch bei dieser Frage beibehalten, wonach die Schüler über bessere Konzepte aus dem Bereich der Optik verfügen als die befragten jungen Erwachsenen, da jene nach den Richtlinien im vorhergehenden Jahrgang darüber unterrichtet worden sind.

Rating- skala	Versuchsgruppe			Kontrollgruppe	
	Stadt	Mittel	Land	Stadtkinder	Landkinder
7	-	-	-	-	-
6	3	-	1	3	-
5	3	3	3	-	-
4	-	-	-	-	-
3	17	8	16	9	1
2	32	26	16	24	25
1	12	5	13	12	24
0	5	6	2	-	1
Insgesamt	72	48	51	48	51
Median	2,1	2,0	2,2 ^{*)}	2,0 ⁺⁾	1,5
mittlerer Quartil- abstand	0,6	0,5	0,8	0,5	0,6
Signifikante Unterschiede in der Häufigkeitsverteilung (Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung):					
*) : 1 % Niveau zu "Landkinder"					
(Chi ² -Test):					
+) : 5 % Niveau zu "Landkinder"					

Tabelle 23

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Versuchs- und Kontrollgruppen zur Frage 10 "Lupe" über einer achtstufigen Ratingskala; Medianwert und mittlerer Quartilabstand für jede Gruppe

Die einzelnen Untergruppen der Versuchsgruppe der Erwachsenen und die Kontrollgruppe der Stadtkinder zeigen weitgehend gleich beurteilte physikalische Konzepte. Die Ergebnisse der Kontrollgruppe der Landkinder liegen jedoch signifikant unter denen der Vergleichsgruppe der Stadtkinder und der Erwachsenen der Versuchsgruppe "Land".

Damit kann die eingangs aufgestellte Annahme nicht beibehalten werden, wonach die Schüler über bessere Konzepte aus dem untersuchten Bereich der Optik verfügen als junge Erwachsene. Vielmehr scheinen die Konzepte der Stadtkinder in quantitativer Hinsicht denen der Erwachsenen zu entsprechen, während die Ergebnisse der Landkinder im Gegensatz zur Annahme signifikant unter denen der vergleichbaren Erwachsenengruppe liegen.

Die statistisch gesichert besseren Konzepte der Stadtkinder gegenüber denen der Landkinder bestätigen jedoch auch im Bereich der Schüler die Annahme, auf die ebenfalls bei Frage 9 "Winter" hingewiesen worden war, daß ausgebaute Schulen einen höheren Beitrag zur Entwicklung der physikalischen Konzepte ihrer Schüler zu liefern vermögen.

Die bisherigen Ergebnisse erlaubten Aussagen der Art, daß bei bestimmten physikalischen Phänomenen die Konzepte einzelner Untersuchungsgruppen sich in statistisch bedeutender Weise voneinander unterscheiden.

Die zu den einzelnen Phänomenen getroffenen Annahmen wurden durch die Ergebnisse teils bestätigt, teils konnten die Annahmen nicht beibehalten werden.

Damit ergab sich aber noch kein klares Bild, ob und welche Gruppen von Versuchspersonen allgemein adäquatere physikalische Konzepte besitzen als mit ihnen vergleichbare Untersuchungsgruppen.

Die Beantwortung dieser Frage ist Ziel des nächsten Abschnittes, der sich mit dem Vergleich der physikalischen Konzepte der Untersuchungsgruppen untereinander befaßt.

(2) Vergleich der physikalischen Konzepte der Untersuchungsgruppen untereinander

a) Vergleich der physikalischen Konzepte junger Erwachsener

In der folgenden Tabelle sind die zentralen Tendenzen aufgeführt, die in den Beurteilungen der physikalischen Konzepte der jungen Erwachsenen ermittelt worden sind.

	Stadt N = 72	Mittel N = 48	Land N = 51
Mittelwert der Intelligenznoten	4,36	4,55	4,55
1 Blitz ^{*)}	2,8	2,6	2,1
1 Donner	2,0	2,0	2,2
2a Astronauten	2,4	2,2	2,5
2b Astronauten	2,4 ¹⁾	2,1	2,2
2c Astronauten	2,0	1,8	1,7
3 Wind	1,5	1,5	1,7
4 Schiff	2,2	2,3	2,2
5 Dynamo ^{*)}	2,4	2,7	2,7
6 E-Motor ^{*)}	1,9	2,0	2,0
7 Regenbogen	1,8	2,1	1,4
8 Magnet ^{*)}	2,1	2,0	2,1
9 Winter	2,0 ²⁾	1,9	1,7
10 Lupe	2,1	2,0	2,2

Signifikante Unterschiede zwischen Medianpaaren
(Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung:

- 1) : 5 % Niveau zu "Mittel"
2) * 5 % Niveau zu "Land"

*) Infolge der Ausscheidung berufsspezifischer Antworten geänderter Umfang der Versuchsgruppen:

N = 64 N = 42 N = 47

Tabelle 24

Mittelwerte der Intelligenznoten und Medianwerte der einzelnen Versuchsgruppen der Erwachsenen zu allen Fragen

Werden zunächst die in Tabelle 24 dargestellten Ergebnisse der beiden Gruppen der Erwachsenen verglichen, die in ihrer Jugend ausgebaute Schulen besucht haben, so ist eine leichte Überlegenheit der Gruppe der Erwachsenen aus der Großstadt festzustellen, die bei den dreizehn Fragen siebenmal in der Beurteilung einen höheren und zweimal den gleichen Medianwert erzielte wie die Gruppe "Mittel", wobei sich der Unterschied des Medianpaares bei der Frage 2b "Astronauten" als statistisch gesichert erwies.

Trotzdem konnte unter Verwendung des Wilcoxon-Tests für Paardifferenzen kein allgemeiner und statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen den physikalischen Konzepten der jungen Erwachsenen aus Großstädten und denen der Gruppe "Mittel" festgestellt werden.

Auch die Einschätzungen der Konzepte der Versuchsgruppe "Land" weichen nur zufällig von denen der anderen Versuchsgruppen ab.

Damit kann festgestellt werden, daß die physikalischen Konzepte der drei Gruppen junger Erwachsener zu den genannten physikalischen Phänomenen sich allgemein nicht in statistisch bedeutsamer Weise voneinander unterscheiden. Die in Hypothese drei getroffene Annahme, wonach sich die physikalischen Konzepte junger Erwachsener aus Landgemeinden gegenüber denen der Erwachsenen, die ausgebaute Schulen besucht haben, als unterlegen erweisen, muß damit zurückgewiesen werden.

Der Naturlehreunterricht wenig gegliederter Landschulen scheint damit zur Entwicklung physikalischer Konzepte junger Erwachsener ebensoviel beigetragen zu haben wie der Naturlehreunterricht ausgebauter Schulen.

b) Vergleich der physikalischen Konzepte der
Schüler

Aus den eingangs aufgeführten Untersuchungen, die die Ergebnisse J. PIAGETS (1951) nicht bestätigen konnten, war die Folgerung gezogen worden, daß nicht das Entwicklungsniveau des logischen Denkens für den Aufbau adäquater physikalischer Konzepte entscheidend sei, sondern vielmehr der Besitz entsprechender Informationen. Für die Altersgruppe der Dreizehnjährigen ließ sich die Annahme treffen, daß sie über adäquate physikalische Konzepte verfügen können, da sie sowohl ihrem Alter nach die Stufe der formalen Operationen nach J. PIAGET (1948) erreicht haben, als auch durch die Schule entsprechende Informationen erhalten.

Durch die Auswahl der Gruppe der Stadtkinder aus dem 7. Jahrgang können die behandelten physikalischen Phänomene in zwei Gruppen aufgegliedert werden: die erste Gruppe umfaßt die Phänomene, die laut Richtlinien von 1963 im Naturlehreunterricht des siebten und der vorhergegangenen Jahrgänge zu behandeln waren, wobei die Frage 2 "Astronauten" wegen der Konzepte von Geschwindigkeit, Trägheit, Fliehkraft in diese Gruppe eingeordnet wurden.

Die zweite Gruppe umfaßt die Themenkreise, die für den 8. Jahrgang vorgesehen sind und die sich auf Elektrizitätslehre und Magnetismus beschränken.

Es wurde erwartet, daß die Schüler bei den bereits behandelten Themenkreisen bessere physikalische Konzepte besitzen.

Diese klare Zweiteilung ist jedoch nur bei der Gruppe der Stadtkinder möglich, da die Lehrpläne der Landschulen eine andere Stoffanordnung aufweisen. Außerdem hatten zahlreiche Landschüler wenig gegliederte Schulen besucht, bevor sie in sogenannten Mittelpunktschulen zusammenge-

faßt wurden, in denen wie in Stadtschulen ein Lehrer einen Schülerjahrgang unterrichtete. Es ließ sich daher bei den Landkindern nicht feststellen, über welche Themenkreise der einzelne Schüler bereits unterrichtet worden war. Die Gegenüberstellung der Ergebnisse der beiden Kontrollgruppen läßt jedoch Aussagen über einen Zusammenhang von Schulgliederung und der Bildung physikalischer Konzepte zu. Es war die Annahme getroffen worden, daß Stadtkinder wegen der Möglichkeit intensiverer Schulung über adäquatere physikalische Konzepte verfügen als Landkinder.

	Stadtkinder N = 48	Landkinder ^{*)} N = 51
Bereits behandelte Themen:		
1 Donner	2,0	2,0
2a Astronauten	2,4	2,2
2b Astronauten	2,3	2,2
2c Astronauten	1,4	1,6
3 Wind	1,7	1,8
4 Schiff	2,6	2,3
7 Regenbogen	1,7	1,4
9 Winter	2,1	2,0
10 Lupe ^{+))}	2,0	1,5
Noch nicht behandelte Themen:		
1 Blitz ⁺⁺⁾	2,5	2,0
5 Dynamo	2,9	2,6
6 E-Motor	1,8	1,6
8 Magnet	2,1	2,1
Signifikante Unterschiede zwischen Medianpaaren (Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung):		
++) : 5 % Niveau		
Chi ² -Test:		
+) : 5 % Niveau		
*) : Signifikant auf dem 5 % Niveau (Wilcoxon-Test für Paardifferenzen)		

Tabelle 25

Medianwerte der beiden Kontrollgruppen der Stadt- und Landkinder zu allen Fragen

Die Überprüfung der Frage, ob ein Unterschied in der Beurteilung der Konzepte festzustellen sei, die die Stadtkinder über Phänomene besitzen, die in der Schule bereits behandelt beziehungsweise noch nicht behandelt worden waren, ergab nach Fisher-Yates keinen statistisch gesicherten Unterschied. Dieses Ergebnis scheint damit nicht der allen Hypothesen zugrunde liegenden Annahme zu entsprechen, wonach die Adäquatheit physikalischer Konzepte von den Informationen abhängt, die die Versuchsperson über den betreffenden Bereich erhalten hat und von denen angenommen wurde, daß sie primär von der Schule vermittelt würden.

Im Gegensatz zu der Gegenüberstellung der beiden Versuchsgruppen der Erwachsenen aus Großstädten und aus Landgemeinden, die zu dem Ergebnis führte, daß hinsichtlich der physikalischen Gültigkeit der Konzepte kein genereller Unterschied zwischen beiden Gruppen festzustellen ist, konnte die allgemein bessere Einschätzung der Konzepte der Stadtkinder gegenüber denen der Landkinder statistisch gesichert werden. Darüber hinaus heben sich die Konzepte der Stadtkinder zu den Themenkreisen 1 "Blitz" und 10 "Lupe" eindeutig von denen der Landkinder ab. Damit konnte für die Altersgruppe der Schüler die Annahme bestätigt werden, daß ein Zusammenhang zwischen der Intensität schulischer Unterweisung und dem Grad der Gültigkeit physikalischer Konzepte besteht.

c) Vergleich der physikalischen Konzepte der Stadtbevölkerung

Bei den Stadtkindern zeigte sich, daß bei den untersuchten physikalischen Phänomenen kein Zusammenhang zwischen schulischer Information und den physikalischen Konzepten in der Hinsicht gefunden werden konnte, daß bei Vorliegen schulischer Information sich die Konzepte adäquater erwiesen als bei fehlender. Diese Unabhängigkeit von schulischer Information zeigt auch der in der folgenden Tabelle dargestellte Vergleich zwischen den Medianwerten der Schüler und denen der Erwachsenen.

	Stadtkinder N = 48	Erwachsene N = 72
Bereits behandelte Themen:		
1 Donner	2,0	2,0
2a Astronauten	2,4	2,4
2b Astronauten	2,3	2,4
2c Astronauten ¹⁾	1,4	1,9
3 Wind	1,7	1,5
4 Schiff	2,6	2,2
7 Regenbogen	1,7	1,8
9 Winter	2,1	2,0
10 Lupe	2,0	2,1
Noch nicht behandelte Themen:		
1 Blitz	2,5	2,8 ^{*)}
5 Dynamo ²⁾	2,9	2,4 ^{*)}
6 E-Motor	1,8	1,9 ^{*)}
8 Magnet	2,1	2,1 ^{*)}
Signifikante Unterschiede zwischen Medianpaaren:		
1) 2) Signifikant auf 5 % Niveau (Mann-Whitney-u-Test)		
*) N = 64 wegen Eliminierung berufsspezifischer Antworten		

Tabelle 26

Mittelwerte der beiden Gruppen der Stadtbevölkerung zu allen Fragen

Der Vergleich der Medianwerte der Schüler und der Erwachsenen erbrachte in der Themengruppe, die die Schüler laut Richtlinien von 1963 noch nicht behandelt hatten, unter Anwendung des Fisher-Yates-Tests keinen statistisch bedeutsamen Unterschied.

Damit kann für den Bereich der Physik, der sich im vorliegenden Falle auf Elektrizitätslehre und Magnetismus beschränkt, nicht die Annahme aufrecht erhalten werden, daß Erwachsene, die in ihrer Schulzeit über diese Themenbereiche informiert worden sind, bessere physikalische Konzepte besitzen als Schüler, die noch keine systematischen Informationen über diese Gebiete durch die Schule erhalten haben.

Es könnte gefolgert werden, daß die Erwachsenen wegen der inzwischen verflossenen Zeitspanne vieles wieder vergessen hätten. Dies würde jedoch zu der Annahme führen, daß dann die Schüler in den Bereichen, über die sie kürzlich in der Schule informiert worden sind, adäquatere Konzepte besitzen. Diese Annahme konnte jedoch aufgrund der Ergebnisse in den Themenbereichen, in denen die Schüler ebenfalls über schulische Informationen verfügen, nicht bestätigt werden.

Denn auch bei Fragen, die zum Teil erst kürzlich in der Schule behandelt worden waren, konnte in der Beurteilung der Konzepte der Schüler und der Erwachsenen trotz des Ergebnisses bei Frage 2c "Astronauten" kein genereller Unterschied aufgezeigt werden, der statistisch von Belang gewesen wäre. (Wilcoxon-Test für Paardifferenzen)

Damit kann festgestellt werden, daß bezüglich der physikalischen Gültigkeit die Konzepte der jungen Erwachsenen in den untersuchten Bereichen denen dreizehnjähriger Schüler entsprechen. Dabei ist es gleichgültig, ob die Schüler in diesen Bereichen durch die Schule systematische Informationen im Naturlehreunterricht erhalten haben oder nicht.

d) Vergleich der physikalischen Konzepte
der Landbevölkerung

Nach den bisherigen Ergebnissen erwiesen sich die physikalischen Konzepte der Landkinder denen der Stadtkinder gegenüber als signifikant unterlegen. Bei den beiden entsprechenden Versuchsgruppen der Erwachsenen wurde ein derartiger Unterschied nicht ermittelt, sondern die Konzepte der Erwachsenengruppen wurden weitgehend in gleicher Weise eingeschätzt. Die deshalb bei der Landbevölkerung erwartete Überlegenheit der physikalischen Konzepte der Erwachsenen konnte statistisch jedoch nicht gesichert werden.

	Landbevölkerung	
	Schüler N = 51	Erwachsene N = 51
1 Blitz	2,0	2,1 ^{*)}
1 Donner	2,0	2,2
2a Astronauten	2,2	2,5
2b Astronauten	2,2	2,2
2c Astronauten	1,6	1,7
3 Wind	1,8	1,7
4 Schiff	2,3	2,3
5 Dynamo	2,6	2,7 ^{*)}
6 E-Motor	1,6 ¹⁾	2,0 ^{*)}
7 Regenbogen	1,4	1,4
8 Magnet	2,1	2,1 ^{*)}
9 Winter	2,0 ²⁾	1,7
10 Lupe	1,5 ³⁾	2,2
1) 2) : Signifikant auf dem 5 % Niveau (Mann-Whitney-u-Test)		
3 : Signifikant auf dem 1 % Niveau (Mann-Whitney-u-Test)		
*) berufsspezifische Antworten sind ausgeschieden worden		
N = 47		

Tabelle 27

Medianwerte der beiden Gruppen der Landbevölkerung zu allen Fragen

Die in Übersicht 27 mitgeteilten Ergebnisse können die Annahme nur der Tendenz nach bestätigen, wobei die aufgefundenen statistisch bedeutsamen Unterschiede bei einzelnen Medianpaaren nicht immer in der erwarteten Richtung liegen. Inwieweit hier schulische Unterweisung von Einfluß ist, kann wegen der Eigenart der Lehrpläne wenig gegliederter Schulen nicht beurteilt werden.

Im ganzen gesehen bestätigt jedoch auch dieses Ergebnis, daß kein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen den physikalischen Konzepten junger Erwachsener und denen dreizehnjähriger Schüler besteht, obwohl der Zeitpunkt der schulischen Information für die Erwachsenen fünf und mehr Jahre zurückliegt.

e) Zusammenfassung

Bei der untersuchten Stichprobe der jungen Erwachsenen wurden die physikalischen Konzepte junger Männer aus verschiedenen sozio-kulturellen Bereichen weitgehend übereinstimmend hinsichtlich ihrer physikalischen Gültigkeit beurteilt.

Die in Hypothese 3 gemachte Annahme, wonach die Intensität schulischer Unterweisung eine der Determinanten für die Bildung physikalischer Konzepte darstelle, konnte durch den Vergleich junger Männer aus Großstädten und Landgemeinden nicht beibehalten werden. In den Ergebnissen der Kontrollstichprobe der dreizehnjährigen Schüler fand diese Annahme hingegen Bestätigung, da sich die physikalischen Konzepte der Stadtkinder in statistisch gesicherter Weise adäquater erwiesen als die der Landkinder.

Ob allerdings der schulischen Unterweisung die Bedeutung zukommt, die ihr nach der allen Hypothesen zugrunde liegenden Annahme beigemessen wird, erscheint fraglich. Denn bei den physikalischen Konzepten der Stadtkinder zu Themenkreisen, die im Unterricht der Schule bereits beziehungsweise noch nicht behandelt worden sind, waren hinsichtlich der physikalischen Richtigkeit keine statistisch bedeutsamen Unterschiede festzustellen. Außerdem konnten bei der Stichprobe der Stadtbevölkerung keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den Konzepten der Erwachsenen und denen der Schüler festgestellt werden - gleichgültig, ob die Schüler bereits Informationen durch die Schule erhalten hatten oder nicht. Die physikalischen Konzepte junger, durch die Schule informierter Männer entsprechen damit in manchen Bereichen der Physik denen 13jähriger Schüler, die noch keine spezifische Unterweisung durch die Schule erhalten haben.

Die weitgehende Übereinstimmung der Konzepte von Schülern und Erwachsenen zeigt sich auch bei der Landbevölkerung, wenn auch bei der Gruppe der Schüler keine Aussagen über den Stand der Behandlung einzelner physikalischer Phänomene im Unterricht getroffen werden konnten.

(3) Physikalische Konzepte und Familienkonstellationen

Bei der Ableitung der Hypothesen zu vorliegender Arbeit war auf Untersuchungen verwiesen worden, die einen Zusammenhang zwischen bestimmten Geschwisterpositionen und einigen für die Schule relevanten Aspekten nachweisen konnten.

Hatten sich dabei die Autoren vorwiegend an den durch Noten repräsentierten schulischen Leistungen orientiert, so soll im folgenden untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen Familienkonstellationen junger Erwachsener und dem Ausprägungsgrad der physikalischen Gültigkeit ihrer Konzepte besteht.

a) Rangplatz in der Geschwisterreihe

Wird zunächst nur der Rangplatz in der Geschwisterreihe berücksichtigt, so lassen sich folgende vier Positionen unterscheiden: Einzelkinder, Älteste, Jüngste und Mittlere. Die Stichprobe der jungen Erwachsenen verteilt sich auf die genannten Geschwisterpositionen wie folgt:

	Anzahl	in %
Einzelkinder	32	18,7
Älteste	43	25,1
Jüngste	61	35,7
Mittlere	35	20,5
Insgesamt	171	100,0

Tabelle 28

Häufigkeitsverteilung der Geschwisterpositionen in der Versuchsstichprobe der Erwachsenen

Zur Prüfung der Frage, ob diese Versuchsstichprobe mit anderen Stichproben hinsichtlich der Verteilung der Geschwisterpositionen vergleichbar ist, wurde auf von W. TOMAN und A. RONGE (1967) ermittelte Daten zurückgegriffen.

TOMANs nicht veröffentlichte Angaben basieren auf tatsächlichen Erhebungen im Rahmen des Forschungsprojekts der Familienkonstellation, während A. RONGE ihre Angaben aufgrund statistischer Überlegungen machte (S. 34).

Aus diesen wurden für die genannten vier Geschwisterpositionen folgende Prozentwerte ermittelt, die Anzahlen jedoch auf die eigene Stichprobengröße von 171 Personen umgerechnet, um einen Vergleich über den χ^2 -Test zu ermöglichen:

	Toman		Ronge		Versuchs- stichprobe	
	Anz.	in %	Anz.	in %	Anz.	in %
Einzelkinder	39,2	22,9	44,5	26	32	18,7
Älteste	43,7	25,5	42,8	25	43	25,1
Jüngste	57,5	33,6	48	28	61	35,7
Mittlere	26,7	15,6	34,2	20	35	20,5
Insgesamt	167,1	97,6	169,5	99	171	100,0
Werte für χ^2 -Test:						
Toman/Versuchsstichprobe: $\chi^2 = 4,12$ df = 3						
Ronge/Versuchsstichprobe: $\chi^2 = 7,06$ df = 3						

Tabelle 29

Häufigkeitsverteilungen von Geschwisterpositionen in Stichproben

Wie aus den in der Tabelle angegebenen Werten ersichtlich, unterscheidet sich die eigene Stichprobe hinsichtlich der Verteilung der Geschwisterpositionen nicht in statistisch bedeutsamer Weise von den beiden anderen. Damit ist eine der Voraussetzungen für die Vergleichbarkeit von Ergebnissen erfüllt.

Weiterhin muß gefordert werden, daß die Häufigkeitsverteilungen der Geschwisterpositionen in den einzelnen

Versuchsgruppen der jungen Erwachsenen nicht in statistisch bedeutsamer Weise voneinander abweichen:

	Stadt		Mittel		Land	
	Anz.	in %	Anz.	in %	Anz.	in %
Einzelkinder	10	13,9	14	29,2	8	15,7
Älteste	19	26,4	11	23	13	25,5
Jüngste	30	41,7	14	29,2	17	33,3
Mittlere	13	18	9	18,6	13	25,5
Insgesamt	72	100,0	48	100,0	51	100,0
Werte für χ^2 :						
Stadt/Mittel	$\chi^2 = 4,9 \quad df = 3$					
Stadt/Land	$\chi^2 = 1,4 \quad df = 3$					
Mittel/Land	$\chi^2 = 2,7 \quad df = 3$					

Tabelle 30

Häufigkeitsverteilungen der Geschwisterpositionen der Versuchsgruppen "Stadt", "Mittel" und "Land"

Wie die in Tabelle 30 mitgeteilten Ergebnisse zeigen, weichen die Häufigkeitsverteilungen der Geschwisterpositionen bei den einzelnen Versuchsgruppen nur zufällig voneinander ab.

Bei der Darlegung der Ergebnisse zu den einzelnen Fragen konnte überdies festgestellt werden, daß keine statistisch bedeutsamen Unterschiede in der allgemeinen Einschätzung der physikalischen Konzepte der jungen Erwachsenen hinsichtlich ihrer physikalischen Gültigkeit bestehen. Damit dürften die Voraussetzungen erfüllt sein, daß aus den verschiedenen Versuchsgruppen die Antworten zu jeweils einer Geschwisterposition in eine einheitliche Gruppe zusammengefaßt werden können.

Unberücksichtigt bleiben dabei, wie im ersten Teil, Konzepte, die durch berufsspezifische Schulung erworben worden sind. Ebenso wurden aus der Gruppe der Einzelkinder acht Personen ausgeschieden, die unehelich geboren worden sind und deren Mütter sich auch später nicht verheiratet haben.

Bei der Frage 2 b "Astronauten" wurden die Antworten der Versuchsgruppe "Stadt" wegen signifikanten Abweichens von der Gruppe "Mittel", und aus den Antworten zur Frage 9 "Winter" die der jungen Erwachsenen aus Landgemeinden wegen statistisch bedeutsamer Abweichung zur Gruppe "Stadt" ausgeschieden.

Aus diesen Gründen abweichende Häufigkeiten werden in den Tabellen und Übersichten jeweils vermerkt.

	Einzelk.*) N = 24	Jüngste**) N = 61	Älteste*) N = 43	Mittlere N = 35
Mittelwert der Intelligenznoten	4,5	4,37	4,37	4,64
1 Blitz ¹⁾	2,3	2,6	2,8 ¹⁾	1,9
1 Donner	2,0	2,0	2,0	2,0
2a Astronauten	2,2	2,4	2,5	2,3
2b Astronauten	2,1	2,4	2,5	2,1
2c Astronauten	1,7	1,6	1,5	1,6
3 Wind	1,9	1,6	1,6	1,6
4 Schiff	2,3	2,2	2,2	2,3
5 Dynamo ¹⁾	2,7	2,6	2,5	2,5
6 E-Motor ¹⁾	1,8 ²⁾	2,0	2,3	1,8 ³⁾
7 Regenbogen	2,3 ⁴⁾	2,0 ⁵⁾	1,7	1,3
8 Magnet ¹⁾	2,1	2,1	2,0	1,9
9 Winter	1,9	2,0	2,0	1,8
10 Lupe	2,0	2,2	2,1	1,9

Signifikante Unterschiede bei Medianpaaren
(Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung):

- | | | |
|----|--------------|---------------|
| 1) | : 5 % Niveau | zu "Mittlere" |
| 2) | : 5 % Niveau | zu "Älteste" |
| 3) | : 5 % Niveau | zu "Älteste" |
| 4) | : 5 % Niveau | zu "Mittlere" |
| 5) | : 5 % Niveau | zu "Mittlere" |

Signifikante Unterschiede der Medianreihen
(Wilcoxon-Test für Paardifferenzen):

- | | | |
|-----|--------------|---------------|
| *) | : 5 % Niveau | zu "Mittlere" |
| **) | : 1 % Niveau | zu "Mittlere" |

+) Infolge der Ausscheidung berufsspezifischer Antworten
geänderter Umfang der Versuchsgruppen:

N = 21 N = 56 N = 39 N = 30

Tabelle 31

Mittelwerte der Intelligenznoten und Medianwerte für die
verschiedenen Gruppen der Geschwisterpositionen

Die Überprüfung der einzelnen Gruppen untereinander erfolgte über den Wilcoxon-Test für Paardifferenzen. Nach dessen Ergebnissen liegen die physikalischen Konzepte der mittleren Brüder signifikant unter denen der übrigen drei Geschwisterpositionen. Zwischen den Gruppen der Jüngsten, Ältesten und Einzelkinder ergaben sich keine Unterschiede von Belang. Die bei einzelnen Medianpaaren gefundenen statistisch bedeutsamen Unterschiede übten auf das Gesamtergebnis keinen Einfluß aus.

b) Haupttypen der Familienkonstellation

Die von W. TOMAN vorgelegte Theorie der Familienkonstellation geht nicht nur von der Stellung der Person in der Geschwisterreihe und ihrem Geschlecht aus, sondern bezieht auch die Geschwisterkonstellation der Eltern und die erlittenen Verluste durch Tod oder ständige Abwesenheit von Familienangehörigen mit in die Betrachtung ein. Daraus ergeben sich zahlreiche Aspekte, die für die Persönlichkeitsentwicklung relevant sind und deren Interdependenzen W. TOMAN aufzeigt (W. TOMAN, 1965).

Von den, zur vollständigen Erhellung der Familienkonstellation im Sinne W. TOMANS, benötigten Daten, konnten jedoch nur diejenigen ausgewählt werden, die sich auf Geschwisterposition und erlittene Verluste beziehen, da weitere Daten nicht erhoben werden konnten.

Es besteht deshalb durchaus die Möglichkeit, daß, bei umfassender Kenntnis der Familienkonstellation und der dadurch bedingten noch weiter vorgenommenen Differenzierung des Ausgangsmaterials, Modifikationen der im folgenden mitgeteilten Ergebnisse eintreten können. Es wäre dazu jedoch eine wesentlich umfangreichere Stichprobe als die vorliegende nötig, um zu zuverlässigen Aussagen zu gelangen.

Dieser Abschnitt der Untersuchung befaßt sich demnach mit der Frage, ob ein Zusammenhang zwischen dem Ausprägungsgrad der Gültigkeit physikalischer Konzepte und bestimmten Geschwisterpositionen im Sinne der Theorie W. TOMANS besteht. In den eingangs aufgestellten Hypothesen war eine derartige Annahme getroffen worden.

Durch den Umstand, daß die Stichprobe aus jungen Männern besteht, können nur die nachfolgend aufgeführten

Positionen in die Untersuchung einbezogen werden, wobei die von W. TOMAN (1960) vorgeschlagene abgekürzte Schreibweise zu ihrer Kennzeichnung dienen soll:

ältester Bruder von Brüdern:	b (b..),
ältester Bruder von Schwestern:	b (s..),
jüngster Bruder von Brüdern:	(b..) b,
jüngster Bruder von Schwestern:	(s..) b.

Außer diesen als "Haupttypen" bezeichneten Positionen wurden Personen aus gemischt-geschlechtlichen Geschwisterreihen untersucht, wobei zur Skizzierung folgende Schreibweise verwendet wird:

ältester Bruder von Brüdern und Schwestern:	b (gem)
jüngster Bruder von Brüdern und Schwestern:	(gem) b
mittlerer Bruder von Brüdern und Schwestern:	(gem) b(gem)

In die Gruppe der mittleren Brüder aus gemischt-geschlechtlichen Geschwisterreihen wurden Personen aus Familien mit drei und mehr Kindern aufgenommen. Die sich dabei ergebenden Konfigurationen, daß die Ältesten und/oder jüngsten Geschwister monosexuelle Geschwisterreihen bildeten, konnten wegen des geringen Umfangs der Gruppe der mittleren Brüder (N = 31) nicht berücksichtigt werden. Personen mit der Position (b) b (b) und (s) b (s) sind wegen ihrer geringen Anzahl (N = 11) der Gruppe der mittleren Brüder von Brüdern und Schwestern (gem) b (gem) zugeordnet worden.

Aus allen Gruppen sind die Personen, die in ihrer Jugend Verluste erlitten hatten, ausgeschieden und zu einer besonderen Gruppe "Verluste" zusammengefaßt worden. Eine Sondergruppe bilden ebenfalls die unehelich geborenen jungen Männer, deren Mütter sich auch später nicht verheiratet hatten. Wegen des geringen Umfangs dieser Gruppe (N = 8) wurde auf eine Darstellung der Ergebnisse verzichtet.

Die Stichprobe der jungen Erwachsenen zeigt somit, nach den Gesichtspunkten der Familienkonstellation aufgegliedert, folgende Verteilung:

	Anzahl	in %
Einzelkinder b	18	10,4
Jüngste:		
von Brüdern (b..) b	16	
von Schwestern (s..) b	18	
von Brüdern und Schwestern (gem) b	<u>11</u>	
	45	26,3
Älteste:		
von Brüdern b (b..)	16	
von Schwestern b (s..)	11	
von Brüdern und Schwestern b (gem)	<u>8</u>	
	35	20,4
Mittlere (gem) b (gem) ⁺)	31	18,3
Personen mit Verlusten	34	19,8
Unehelich Geborene	8	4,8
Insgesamt	171	100,0

Tabelle 32

Häufigkeitsverteilung der nach Gesichtspunkten der Familienkonstellation aufgegliederten Stichprobe der jungen Erwachsenen

Die Ergebnisse der einzelnen Gruppen sollen im folgenden dargestellt werden.

⁺) Siehe Erläuterungen auf der vorhergehenden Seite

aa) Vergleich der Konzepte der ältesten Brüder

Die Medianwerte der Beurteilungen der physikalischen Konzepte der verschiedenen Gruppen ältester Brüder zu den einzelnen Fragen sind in Tabelle 33 aufgeführt.

	b (b..)**) N = 16	b (s..)**) N = 11	b (gem) N = 8
Mittelwert der Intelligenznoten	4,4	4,2	4,4
1 Blitz ⁺⁾	2,7 ^{*)}	3,5	2,0 ^{*)}
1 Donner	1,9	2,0	2,0
2a Astronauten	2,1 ^{*)}	2,8 ^{*)}	3,2
2b Astronauten ⁺⁺⁾	2,3	2,2	2,5
2c Astronauten	1,2 ^{*)}	2,1 ^{*)}	1,5
3 Wind	1,2	1,8	2,0
4 Schiff	2,2	2,4	2,5
5 Dynamo ⁺⁾	2,4	3,2 ^{*)}	2,0 ^{*)}
6 E-Motor ⁺⁾	2,2 ^{*)}	5,0 ^{*)}	2,0
7 Regenbogen	1,4	1,8	2,0
8 Magnet ⁺⁾	1,9	2,0	2,3
9 Winter ⁺⁺⁺⁾	1,9	2,0	-
10 Lupe	2,1	2,1	1,5

+) Wegen Ausscheidung berufsspezifischer Antworten geänderter Umfang der Gruppen:

N = 15 N = 8 N = 8

++) Antworten der Stadtbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten:

N = 9 N = 8 N = 5

+++) Antworten der Landbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten:

N = 12 N = 8 N = 3

*) Signifikante Unterschiede bei den gekennzeichneten Medianpaaren (Mann-Whitney-u-Test mit Rangaufteilung: 5 %-Niveau

**) Signifikant auf dem 1 %-Niveau (Wilcoxon-Test für Paardifferenzen).

Tabelle 33

Mittelwert der Intelligenznoten und Medianwerte der Beurteilungen der ältesten Brüder

Die Differenzierung der Gruppe der ältesten Brüder in: Älteste Brüder von Brüdern, von Schwestern, und von Brüdern und Schwestern, zeigt, daß die Gruppe der ältesten Brüder durchaus nicht homogen ist.

Zwar treten bei den Intelligenznoten keine Abweichungen von statistischer Bedeutung auf, doch erweisen sich die physikalischen Konzepte der ältesten Brüder von Schwestern besser als die der ältesten Brüder von Brüdern. Dieses Ergebnis besitzt eine statistische Sicherheit von $P < 0,01$.

Zwischen den anderen Gruppen wurden keine statistisch gesicherten generellen Unterschiede ermittelt, die Abweichungen sind nur zufällig.

Die bei einzelnen Medianpaaren auftretenden Differenzen, die statistisch gesichert werden konnten, sind der Vollständigkeit halber angeführt. Bedeutung wird ihnen wegen des geringen Umfangs der einzelnen Gruppen nicht beigemessen.

bb) Vergleich der Konzepte der jüngsten Brüder

Analog zu dem Vorgehen bei der Gruppe der ältesten Brüder wurde auch die Gruppe der jüngsten Brüder nach dem Geschlecht ihrer Geschwister aufgeteilt.

	(b..) b N = 16	(s..) b N = 18	(gem) b N = 11
Mittelwert der Intelligenznoten	4,35	4,23	4,67
1 Blitz ⁺)	2,9	2,8	2,0
1 Donner	2,4	2,1	2,0
2a Astronauten	2,6	2,2	2,8
2b Astronauten ⁺⁺)	2,3	4,0	2,0
2c Astronauten	1,5	1,9	1,9
3 Wind	1,3	1,8	1,3
4 Schiff	2,3	2,4	2,1
5 Dynamo ⁺)	3,0	2,8	2,3
6 E-Motor ⁺)	2,1	2,1	1,8
7 Regenbogen	1,8	1,8	3,8
8 Magnet ⁺)	2,0	2,3	2,0
9 Winter ⁺⁺⁺)	2,1	2,1	2,1
10 Lupe	2,2	2,4	2,0

+) Infolge der Ausscheidung berufsspezifischer Antworten geänderter Umfang der Teilnehmergruppen:

N = 15 N = 17 N = 8

++) Antworten der Stadtbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten:

N = 10 N = 10 N = 7

+++) Antworten der Landbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten:

N = 11 N = 12 N = 8

Tabelle 34

Mittelwerte der Intelligenznoten und Medianwerte der Beurteilungen der jüngsten Brüder

Im Gegensatz zur Gruppe der ältesten Brüder konnten bei den jüngsten Brüdern keine allgemeinen und statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen ihren physikalischen Konzepten festgestellt werden.

Allerdings lassen die Medianwerte der jüngsten Brüder aus gemischt-geschlechtlichen Geschwisterreihen im Vergleich zu denen der Gruppe der jüngsten Brüder von Schwestern die Tendenz zu geringerer Einschätzung erkennen.

cc) Vergleich der Konzepte der ältesten und jüngsten Brüder von Brüdern

Diese Gegenüberstellung scheint bereits beim Vergleich der Rangpositionen entschieden worden zu sein, wonach zwischen den physikalischen Konzepten jüngster und ältester Brüder keine statistisch bedeutsamen Unterschiede bestehen.

Eine Aufgliederung dieser Gruppen nach dem Geschlecht ihrer Geschwister bringt jedoch trotzdem Modifikationen dieses ersten mehr globalen Ergebnisses, wie der in der folgenden Übersicht enthaltene Vergleich der Medianwerte zeigt:

	(b..) b*) N = 16	b (b..)*) N = 16
Mittelwert der Intelligenznoten	4,35	4,43
1 Blitz ⁺⁾	2,9	2,7
1 Donner	2,4	1,9
2a Astronauten	2,6	2,1
2b Astronauten ⁺⁺⁾	2,3	2,3
2c Astronauten	1,5	1,2
3 Wind	1,3	1,2
4 Schiff	2,3	2,2
5 Dynamo ⁺⁾	3,0	2,4
6 E-Motor ^{*)}	2,1	2,2
7 Regenbogen	1,8	1,4
8 Magnet ⁺⁾	2,0	1,9
9 Winter ⁺⁺⁺⁾	2,1	1,9
10 Lupe	2,2	2,1
+) Berufsspezifische Antworten ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten: N = 15 N = 15		
++) Antworten der Stadtbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten: N = 10 N = 9		
+++) Antworten der Landbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten: N = 11 N = 12		
*) Signifikant auf dem 1 % Niveau (Wilcoxon-Test für Paardifferenzen)		

Tabelle 35

Mittelwerte der Intelligenznoten und Medianwerte der Beurteilungen jüngster und ältester Brüder von Brüdern

Entgegen der ursprünglichen Annahme, wonach älteste Brüder bessere physikalische Konzepte besitzen sollten als jüngste, zeigt diese Gegenüberstellung der ermittelten Medianwerte, daß jüngste Brüder von Brüdern über bessere Konzepte verfügen. Obwohl beide Gruppen annähernd gleiche durchschnittliche Intelligenznoten besitzen, konnte dieses Ergebnis in statistischer Hinsicht auf dem 1 % Niveau gesichert werden.

Unterschiede zwischen einzelnen Medianpaaren erwiesen sich hingegen als zufällig.

dd) Vergleich der Konzepte der ältesten und
jüngsten Brüder von Schwestern

Das Ergebnis des Vergleichs der physikalischen Konzepte der jüngsten und ältesten Brüder von Schwestern steht hingegen in Einklang mit dem beim Vergleich der Rangpositionen erhaltenen, wonach zwischen den Konzepten ältester und jüngster Brüder keine statistisch bedeutsamen Unterschiede bestehen.

	(s..) b N = 18	b (s..) N = 11
Mittelwert der Intelligenznoten	4,23	4,2
1 Blitz ⁺)	2,8	3,5
1 Donner	2,1	2,0
2a Astronauten	2,2	2,8
2b Astronauten ⁺⁺)	4,0	2,2
2c Astronauten	1,9	2,1
3 Wind	1,8	1,8
4 Schiff	2,4	2,4
5 Dynamo ⁺)	2,8	3,2
6 E-Motor ⁺)	2,1	5,0 (u = 1,7!)
7 Regenbogen	1,8	1,8
8 Magnet ⁺)	2,3	2,0
9 Winter ⁺⁺⁺)	2,1	2,0
10 Lupe	2,4	2,1
+) Berufsspezifische Antworten ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten: N = 17 N = 8		
++) Antworten der Stadtbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten: N = 10 N = 8		
+++) Antworten der Landbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten: N = 12 N = 8		

Tabelle 36

Mittelwerte der Intelligenznoten und Medianwerte der Beurteilungen jüngster und ältester Brüder von Schwestern

ee) Vergleich der Konzepte der ältesten und jüngsten Brüder aus gemischt-geschlechtlichen Geschwisterreihen

Der Vergleich der Ergebnisse der ältesten und jüngsten Brüder aus gemischt-geschlechtlichen Geschwisterreihen kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, daß kein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen beiden Gruppen besteht. Da diese beiden Gruppen insgesamt maximal nur 19 Personen umfassen, von denen bei den einzelnen Fragen mehrere nicht berücksichtigt werden können, wird das Ergebnis nur mit Vorbehalt mitgeteilt.

	(gem) b N = 11	b (gem) N = 8
Mittelwert der Intelligenznoten	4,67	4,4
1 Blitz ⁺)	2,0	2,0
1 Donner	2,0	2,0
2a Astronauten	2,8	3,2
2b Astronauten ⁺⁺)	2,0	2,5
2c Astronauten	1,9	1,5
3 Wind	1,3	2,0
4 Schiff	2,1	2,5
5 Dynamo ⁺)	2,3	2,0
6 E-Motor ⁺)	1,8	2,0
7 Regenbogen	3,8	2,0
8 Magnet ⁺)	2,0	2,3
9 Winter ⁺⁺⁺)	2,1	-
10 Lupe	2,0	1,5
+)	Berufsspezifische Antworten ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten: N = 8 N = 8	
++)	Antworten der Stadtbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten: N = 7 N = 5	
+++)	Antworten der Landbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten: N = 8 N = 3	

Tabelle 37

Mittelwerte der Intelligenznoten und Medianwerte der Beurteilungen jüngster und ältester Brüder von Brüdern und Schwestern

ff) Physikalische Konzepte junger Erwachsener
mit erlittenen Verlusten

Von den 171 jungen Erwachsenen hatten 34 bis zu ihrem 14. Lebensjahr ein Elternteil verloren, einer von ihnen beide. Diesem Ausscheiden von nahen Familienangehörigen aus dem Familienverband, oder von Personen, die "mit einem Menschen seit früher Lebenszeit lange, intim und regelmäßig zusammengelebt haben" (W. TOMAN, 1965, S. 9), mißt W. TOMAN, unter Berücksichtigung von Zeitpunkt und Familienkonstellation, negative Auswirkung auf die Persönlichkeitsentwicklung des Betreffenden bei. "Dabei ist offenbar nicht so sehr das konkrete Ereignis, sondern die Fortdauer der veränderten Lage, die permanente Abwesenheit der verlorenen Person die eigentliche Wirkung des Verlustes." (W. TOMAN, 1965, S. 9)

In 25 Fällen (73,5 %) war es der Vater, der durch Tod, Scheidung oder Verlassen der Mutter aus dem Familienverband ausgeschieden war. Wirken sich nach W. TOMAN die Verluste am gravierendsten aus, die bis zum 6. oder 7. Lebensjahr erlitten worden sind, so umfaßt diese Gruppe 28 Personen, während nur 6 junge Erwachsene berichten, daß sie zwischen dem 6. oder 7. und dem 14. Jahr ein Elternteil verloren hätten. Wegen des geringen Umfangs dieser Gruppe wurde deshalb keine Trennung zwischen Personen mit Früh- und Spätverlusten vorgenommen. Dieser Gruppe mit Verlusten wurde jene Gruppe gegenübergestellt, die in ihrer Jugend keine Verluste erlitten hatte. Junge Erwachsene, die als uneheliche Kinder aufgewachsen sind, wurden in diesem Vergleich nicht aufgenommen.

	Personen mit Verlusten N = 34	Personen ohne Verluste N = 129
Mittelwerte der Intelligenznoten	4,39	4,46
1 Blitz ⁺)	3,0	2,2
1 Donner	2,0	2,0
2a Astronauten	2,4	2,3
2b Astronauten ⁺⁺)	2,4	2,1
2c Astronauten	1,3	2,0
3 Wind	1,9	1,5
4 Schiff	2,0	2,3
5 Dynamo ⁺)	2,4	2,6
6 E-Motor ⁺)	1,8	2,0
7 Regenbogen	1,8	1,7
8 Magnet ⁺)	2,0	2,0
9 Winter ⁺⁺⁺)	2,0	1,9
10 Lupe	2,3	2,0
+)	Berufsspezifische Antworten ausgeschieden. Ver- bliebene Häufigkeiten:	
	N = 32	N = 113
++)	Antworten der Stadtbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufig- keiten:	
	N = 12	N = 85
+++)	Antworten der Landbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten:	
	N = 28	N = 85

Tabelle 38

Mittelwerte der Intelligenznoten und Medianwerte der Beurteilungen von Personen mit und ohne erlittenen Verlusten

Entgegen der Erwartung wurde die Gruppe der Personen mit Verlusten nicht allgemein schlechter eingestuft als die Gruppe der Personen ohne Verluste. Auch der Vergleich einzelner Medianpaare läßt keine Tendenzen erkennen. Die physikalischen Konzepte junger Erwachsener, die in ihrer Jugend den Verlust eines Elternteils erlitten haben, un-

terscheiden sich damit hinsichtlich der Gültigkeit ihrer physikalischen Konzepte nicht von der Vergleichsgruppe.

Die Wirkung von Verlusten wird jedoch von W. TOMAN nicht so global wie in dem eben vollzogenen Vergleich betrachtet, sondern ebenfalls nach Gesichtspunkten der Familienkonstellation ausdifferenziert.

Die Wirkung von Verlusten wird um so schwerwiegender angenommen, je geringer unter anderem "die Zahl der unmittelbaren Familienmitglieder (und) je mehr das Gleichgewicht der Geschlechter in der Familie dadurch verschlechtert wird." (W. TOMAN, 1965, S. 10)

Die Gruppe von Personen mit Verlusten kann demnach nicht ohne weiteres einer Gruppe gegenübergestellt werden, die keine Verluste erlitten hat. Es wurde deshalb aus diesem Personenkreis eine in Bezug auf ihre Familienkonstellation möglichst homogene Gruppe ausgewählt und ihr eine in diesen Aspekten vergleichbare Gruppe ohne Verluste zugeordnet.

Aus dem verhältnismäßig großen Personenkreis, der in der Jugend ein Elternteil verloren hat, bilden die jüngsten Brüder die umfangreichste Gruppe mit 16 Personen. Wird diese Gruppe mit der Gruppe der jüngsten Brüder ohne Verluste verglichen, so steht zu erwarten, daß dieses Ergebnis in besserer Übereinstimmung mit der Annahme steht.

	jüngste Brüder mit Verlusten N = 16	jüngste Brüder ohne Verluste N = 45
Mittelwerte der Intelligenznoten	4,35	4,38
1 Blitz ⁺)	2,9	2,5
1 Donner	1,7	2,1
2a Astronauten	2,4	2,5
2b Astronauten ⁺⁺)	-	2,4
2c Astronauten	1,3	1,8 u = 1,3
3 Wind	1,8	1,5
4 Schiff	2,2	2,2
5 Dynamo ⁺)	2,5	2,6
6 E-Motor ⁺)	1,7	2,0
7 Regenbogen	1,8	2,0
8 Magnet ⁺)	2,2	2,0
9 Winter ⁺⁺⁺)	2,1	2,1
10 Lupe	2,3	2,2
+) Berufsspezifische Antworten ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten: N = 16 N = 40		
++) Antworten der Stadtbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten: N = 4 N = 27		
+++) Antworten der Landbevölkerung wegen signifikanten Abweichens ausgeschieden. Verbliebene Häufigkeiten: N = 13 N = 31		

Tabelle 39

Mittelwerte der Intelligenznoten und Medianwerte der Beurteilungen jüngster Brüder mit bzw. ohne erlittenen Verlusten

Aber auch die Ergebnisse dieser beiden Gruppen ergaben keinen allgemeinen Unterschied von statistischer Bedeutung. Es wurde nur das Ergebnis des ersten Vergleichs bestätigt, wonach kein Unterschied in quantitativer Hinsicht zwischen den physikalischen Konzepten von Personen festgestellt werden konnte, die in ihrer Jugend ein Elternteil verloren hatten beziehungsweise in einer vollständigen Familie aufgewachsen sind.

c) Zusammenfassung

1. Bei ausschließlicher Berücksichtigung der Rangpositionen wurden keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den physikalischen Konzepten der Ältesten, Jüngsten und Einzelkinder gefunden.
2. Die physikalischen Konzepte der Gruppe der mittleren Brüder erwiesen sich denen der Ältesten, Jüngsten und Einzelkinder unterlegen. Die Unterschiede sind statistisch gesichert.
3. Die physikalischen Konzepte ältester Brüder von Schwestern sind signifikant besser als die der ältesten Brüder von Brüdern. Die Unterschiede beider Gruppen zu der Gruppe der ältesten Brüder aus gemischt-geschlechtlichen Geschwisterreihen erwiesen sich in statistischer Hinsicht als bedeutungslos.
4. Zwischen den Gruppen der jüngsten Brüder ergaben sich keine Differenzen von Belang.
5. Die Gruppe der ältesten und jüngsten Brüder von Brüdern zeigten nahezu gleiche Mittelwerte der Intelligenznoten. Die Konzepte der jüngsten Brüder von Brüdern erwiesen sich jedoch entgegen der Annahme adäquater als die der ältesten Brüder von Brüdern. Dieser Befund ist statistisch gesichert.
6. Zwischen den Gruppen der ältesten und jüngsten Brüder von Schwestern ergaben sich keine statistisch bedeutsamen Unterschiede.
7. Desgleichen wurden die Konzepte ältester und jüngster Brüder aus gemischt-geschlechtlichen Geschwisterreihen in vergleichbarer Weise eingestuft. Beide Gruppen umfaßten jedoch zusammen maximal 19 Personen.

8. Personen, die bis zu ihrem 14. Lebensjahr ein Eltern-
teil verloren hatten, zeigten in der physikalischen
Gültigkeit ihrer Konzepte keinen allgemeinen und sta-
tistisch bedeutsamen Unterschied zu denen derjenigen
Personen, die keine derartigen Verluste erlitten hat-
ten.

2. Ergebnisse der qualitativen Analyse

(1) Ergänzende methodische Vorbemerkungen

Die Analyse der ermittelten physikalischen Konzepte hinsichtlich ihrer physikalischen Gültigkeit ergab mit Ausnahme des Vergleichs der Stadt- und Landkinder keine statistisch bedeutsamen Unterschiede sowohl zwischen den Versuchsgruppen der Erwachsenen als auch zwischen diesen und den Kontrollgruppen der Schüler. Es könnte nun die Hypothese aufgestellt werden, daß sich die genannten Gruppen weniger durch die physikalische Gültigkeit ihrer Konzepte unterscheiden als durch ihre Bezugnahme auf verschiedene Erklärungsprinzipien.

Zur Klärung dieser Frage wurde zusätzlich eine nach qualitativen Gesichtspunkten ausgerichtete Analyse durchgeführt. Diese überprüfte die Häufigkeitsverteilungen der in den Antworten der Versuchs- und Kontrollgruppen erkennbaren verschiedenen Erklärungsprinzipien auf statistisch bedeutsame Abweichungen hin.

In diesem Zusammenhang wurden auch die bei den einzelnen physikalischen Phänomenen bevorzugten Erklärungen skizziert.

Bei der Auswahl der Erklärungsprinzipien, die eine Einordnung der Antworten in qualitativer Hinsicht ermöglichen sollten, konnte nicht auf die in der Literatur vorliegenden Schemata zurückgegriffen werden. Entweder enthielten sie zuwenig Kategorien wie bei K. ZIETZ (1963), der das physikalische Denken von Schülern in der Vorpubertät nach vier qualitativ unterschiedlichen Gesichtspunkten beurteilte, oder sie waren zu umfangreich, wie das von J. PIAGET (1951) ermittelte Schema der siebzehn Typen kausaler Erklärungen. Manche Kategorien waren nicht eindeutig definiert, oder ließen sich nicht eindeutig definieren, was nach J. M. DEUTSCHE (1943) zu großen

Diskrepanzen in der Zuordnung von Antworten zu einzelnen Kategorien durch verschiedene Beurteiler führte. Auf unterschiedliche Auffassungen trotz der Verwendung gleicher Termini verweisen I. HUANG (1943) und J. PIAGET (1962), wobei letzterer die von J. M. DEUTSCHE (1937) und V. HAZLITT (1930) vorgebrachten Einwände an seinen Ergebnissen auf Diskrepanzen in den Definitionen zurückführt.

Für die qualitative Analyse der Antworten waren damit Kategorien zu entwickeln, die eindeutig definiert werden konnten, und die die notwendige Interpretation der Daten, die für die Zuordnung von Antworten zu einzelnen Kategorien notwendig ist, möglichst einschränkten.

Aufgrund des vorliegenden Materials bot sich die Bezugnahme auf physikalische Prinzipien an. Es wurde folgendes Schema konzipiert:

1. Richtiges physikalisches Prinzip
2. Falsche physikalische Prinzipien
3. Keine physikalischen Prinzipien
4. Nichtnaturalistische Erklärungen
5. Keine Erklärungen.

Die vorliegenden, als qualitativ bezeichneten fünf Kategorien scheinen in dieser Anordnung eine Ratingskala auf dem Ordinalskalenniveau zu bilden. Sie wurden jedoch in statistischer Hinsicht dem Nominalskalenniveau entsprechend behandelt, da bei der Zuordnung der Antwortgruppen zu diesen Kategorien die bereits ermittelten Medianwerte der quantitativen Einschätzung bei den Kategorien 2 bis 4 keine Kovarianz in dieser Richtung zeigten.

Die einzelnen Kategorien wurden für die Beurteiler folgendermaßen charakterisiert:

Zu 1. Richtiges physikalisches Prinzip

In die erste Kategorie wurden sowohl die Antwortgruppen eingereiht, die den gesamten Vorgang unter Hinweis auf das entsprechende physikalische Prinzip exakt beschrieben, als auch diejenigen, die nur Teilaspekte des Vorgangs nannten und sich auf physikalische Prinzipien bezogen, die zwar am Zustandekommen des Phänomens beteiligt, jedoch nicht die entscheidenden waren. Zum Beispiel wurden bei der Frage 1 "Blitz" neben den Antworten, die auf die statische Aufladung und Entladung eingingen, auch solche Antwortgruppen in die erste Kategorie eingereiht, die nur auf die Entladung elektrischer Spannung hinwiesen.

Die unterschiedliche Qualität dieser verschiedenen Antwortgruppen hinsichtlich ihrer physikalischen Gültigkeit war im Rahmen der quantitativen Analyse bereits berücksichtigt worden.

Zu 2. Falsche physikalische Prinzipien

In die zweite Kategorie wurden diejenigen Antworten eingeordnet, die sich in ihren Erklärungen auf physikalische Prinzipien bezogen, die zwar für andere Phänomene zutreffend, im vorliegenden Falle jedoch inadäquat waren.

So wurde bei der Frage 1 "Donner" seine Entstehung auf das Zusammenstoßen von Wolken zurückgeführt oder bei Frage 5 "Dynamo" die Ansicht vertreten, daß die Elektrizität durch Reibung erzeugt würde.

Zu 3. Keine physikalischen Prinzipien

Antworten, die weder richtige noch falsche physikalische Prinzipien erkennen ließen, wurden der dritten Kategorie zugeordnet.

In dieser ergaben sich folgende drei Schwerpunkte:

a) Globalantworten

Dieser Terminus ist von W. JAIDE (1954) entlehnt worden und soll die Antwortgruppen derjenigen Versuchspersonen kennzeichnen, die zwar das fragliche Phänomen durch die Verwendung entsprechender Termini in einen größeren, auch physikalischen, Zusammenhang einordnen konnten, ohne jedoch zu einer Erklärung zu gelangen. Es wurden Antworten wie "Durch den Magnetismus" auf Frage 8 "Magnet" oder "Durch die Jahreszeit" auf Frage 9 "Winter" hier eingeordnet.

b) Beschreibungen

Die Antworten dieser Gruppe befaßten sich primär mit einer Beschreibung der Bedingungen, unter denen das zur Diskussion stehende physikalische Phänomen beobachtet werden konnte und wurden häufig in der Form "wenn - dann" gegeben.

"Wenn sich der Dynamo dreht, dann erzeugt er Strom", oder "Wenn die Sonne scheint und es hat geregnet, dann sieht man öfters einen Regenbogen" wären Beispiele für diese Gruppe.

c) Einzelheiten

Die hierunter aufgenommenen Antwortgruppen nannten irgend einen Gegenstand, der in mehr oder weniger loser Beziehung zu dem fraglichen physikalischen Phänomen stand. Antworten wie "Das Glas" oder "Das Brennglas" auf Frage 10 "Lupe" sind hier zu nennen.

Zu 4. Nichtnaturalistische Erklärungen

Diese Kategorie war für Antwortgruppen vorgesehen, die im Sinne J. PIAGETS (1951) als präkausale Erklärungstypen bezeichnet werden konnten. Auch Antworten der folgenden Art wurden in diese Kategorie einge-reiht: "Das bedeutet, daß das Wetter schön wird" (Frage 7 "Regenbogen").

Zu 5. Keine Erklärung

In diese Kategorie wurden die Antworten derjenigen Versuchspersonen eingereiht, die nichts über das betreffende Phänomen auszusagen wußten oder sofort angaben, daß sie keine Erklärung dafür wüßten.

In die Darstellung der häufigsten Erklärungen wurden dabei nur diejenigen Antwortgruppen aufgenommen, die mehr als 10 Prozent der Antworten der Versuchsgruppen und/oder der Kontrollgruppen umfaßten. Auch wurden diejenigen Antwortgruppen skizziert, die eine entsprechende Beteiligung der Stadt- oder Landbevölkerung zeigten.

Diese Antwortgruppen sind mit den jeweiligen Zahlenangaben in den Tabellen der Häufigkeitsverteilungen der Antworten über die fünf qualitativen Kategorien enthalten. In der nachfolgend kurzen Beschreibung sind sie jedoch nach der Häufigkeit der in ihnen zusammengefaßten Antworten angeordnet worden. Die als Illustration aufgeführten Antworten tragen jeweils die laufende Nummer der entsprechenden Versuchsperson, wobei Kinderantworten zusätzlich durch ein "K" gekennzeichnet sind.

(2) Ergebnisse der qualitativen Analyse und Deskription der bevorzugten physikalischen Konzepte

1 "Blitz" - "Wie kommt es, daß es blitzt?"

	Erwachsene									Kinder			
	Anz.in%		davon:						Stadt		Land		
			Stadt		Mittel		Land						
			Anz.in%		Anz.in%		Anz.in%		Anz.in%		Anz.in%		
1. Richtiges physik. Prinzip	40	26,1	22	34,4	10	23,8	8	17,0	16	33,3	7	13,7	
2. Falsche physik. Prinzipien	74	48,4	25	39,1	22	52,4	27	57,4	29	60,4	39	76,5	
darunter: Reibung	52	34,0	20	31,3	13	31,0	19	40,4	16	33,3	16	31,4	
Zusammenstoß									7	14,6	17	33,4	
3. Keine physik. Prinzipien	19	12,4	10	15,6	3	7,1	6	12,8	2	4,2	2	3,9	
4. Nichtnatural. Erklärungen	-	-							-		-		
5. Keine Erklärung	20	13,1	7	10,9	7	16,7	6	12,8	1	2,1	3	5,9	
Insgesamt	153	100,0	64	100,0	42	100,0	47	100,0	48	100,0	51	100,0	
Keine signifikanten Häufigkeitsunterschiede (Chi ² -Test)													

Tabelle 40

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 1 "Blitz" über fünf qualitative Kategorien

Wie aus Tabelle 40 hervorgeht, unterscheiden sich die Häufigkeitsverteilungen der Antworten der einzelnen Untersuchungsgruppen nur zufällig voneinander. Insbesondere wurde kein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen den Häufigkeitsverteilungen der beiden Schülergruppen ermittelt, obwohl im Rahmen der quantitativen Analyse eine deutliche Überlegenheit der physikalischen Konzepte der Stadtkinder im Vergleich zu denen der Landkinder ermittelt worden ist.

Die verbreitetste Erklärung für die Entstehung des Blitzes, und gleichzeitig die einzige, die mehr als 10 Prozent der Antworten aller Versuchspersonen auf sich vereinigte, ist die, daß der Blitz durch Reibung der Wolken oder unterschiedlicher Luftschichten erzeugt würde ("Reibung"). Diese Auffassung zeigte rund jede dritte Versuchsperson.

- 30: Von den Wolken, wenn die zusammenkommen, entsteht durch Reibung Elektrizität, und das gibt den Blitz.
- K 115: Wenn es blitzt, da reiben sich die Wolken und dadurch entsteht Elektrizität, und dadurch geht dann der Blitz runter.
- 157: Die kalte und die warme Luft geht zusammen, und das gibt Reibung, und da entsteht der Blitz.

Unter den Schulkindern führte noch eine größere Gruppe die Entstehung des Blitzes auf den Zusammenstoß von Wolken zurück ("Zusammenstoß"). Rund 15 Prozent der Stadtkinder und 33 Prozent der Landkinder teilten diese Auffassung.

- K 71: Da stoßen vielleicht Wolken zusammen, und das gibt vielleicht den Blitz. Wenn die Wolken zusammenstoßen, ergibt es den Blitz.
- K 127: Wenn's blitzen tut, dann prallen halt Wolken zusammen.

Bei den Erwachsenen bilden diejenigen, die keine Erklärung gaben, und es auch nicht in Ansätzen versuchten, mit 13,1 Prozent eine relativ große Gruppe.

1 "Donner" - "Wie kommt es, daß es donnert?"

	Erwachsene								Kinder			
	Anz. in %		davon:						Stadt		Land	
			Stadt		Mittel		Land					
			Anz.in%	Anz.in%	Anz.in%	Anz.in%						
1. Richtiges physik. Prinzip	28	16,4	10	13,9	6	12,5	12	23,5	11	22,9	6	11,8
darunter: Vakuum	24	14							8	16,7	5	9,8
2. Falsche physik. Prinzipien	82	47,9	41	56,9	20	41,7	21	41,1	29	60,4	37	72,5
darunter: Wolken	54	31,6	26	36,2	13	27,1	15	29,4	17	35,4	29	56,8
Blitz	16	9,3	10	13,9					5	10,4	5	9,8
3. Keine physik. Prinzipien	33	19,3	13	18,1	11	22,9	9	17,7	6	12,5	5	9,8
4. Nicht- natural. Erklärungen	-	-							-	-	-	-
5. Keine Erklärung	28	16,4	8	11,1	11	22,9	9	17,7	2	4,2	3	5,9
Insgesamt	171	100,0	72	100,0	48	100,0	51	100,0	48	100,0	51	100,0
Unterschied der Häufigkeitsverteilungen der beiden ₂ Untersuchungs- gruppen "Land" signifikant auf dem 1 %-Niveau (Chi ² -Test)												

Tabelle 41

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 1 "Donner" über fünf qualitative Kategorien

Bei dieser Frage wurde ein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen den Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungsgruppen "Land" ermittelt, der auf die Besetzung der Kategorie 2 "Falsche physikalische Prinzipien" mit 72,5 Prozent der Landkinder gegenüber nur 41,1 Prozent der Erwachsenen zurückzuführen sein dürfte.

Die Entstehung des Donners wurde bevorzugt durch den Zusammenstoß von Wolken erklärt ("Wolken"). Mehr als die Hälfte der Landkinder (56, 8%) und rund ein Drittel der übrigen Versuchspersonen wiesen in ihren Antworten darauf hin.

60: Wenn die Wolken aufeinanderstoßen.

128: Da treffen sich zwei Wolken gegeneinander, zwei Wolkenbänke.

K 64: Daß die Wolken zusammenstoßen.

K 70: Durch den Aufprall. Durch die Wolken, wenn sie zusammenstoßen.

Die zweithäufigsten Antworten bezogen sich auf das vom Blitz geschaffene Vakuum, wobei der Donner durch das Wiedereinströmen der Luft hervorgerufen wird ("Vakuum"). Diese Antwortgruppe war in die erste Kategorie "Richtiges physikalisches Prinzip" eingereiht worden. Die Antworthäufigkeiten in dieser Gruppe lagen zwischen 9,8 Prozent bei den Landkindern und 16,7 Prozent bei den Stadtkindern.

30: (...) Der Blitz, der treibt die Luft voneinander, dann knallt sie wieder zusammen. Das gibt den Donner.

163: Ist der Hall vom Blitz in dem Augenblick. Der Blitz schafft momentan luftleeren Raum, und wenn die Luft wieder zusammenkommt, gibt es den Schall, das ist der Donner.

K 128: Wenn der Blitz runterfährt, dann spaltet sich die Luft und die prallt dann wieder zusammen. - Kannst du das etwas genauer erklären? - Weil der Blitz, der braucht auch einen Platz, wenn er runterfährt.

An dritter Stelle führt ein knappes Zehntel der Versuchspersonen die Entstehung des Donners auf eine mechanische Wirkung des Blitzes zurück. Es wurde hier vor allem die Meinung vertreten, daß der Einschlag des Blitzes den Donner erzeuge.

- K 62: Das schlägt irgendwo ein, und das macht einen Krach, und dann hört man es.
- K 52: Der Blitz, der geht ja immer den kürzesten Weg zur Erde runten und wenn er dort einschlägt, dann donnert's.
- 123: Der wird durch den Blitz hervorgerufen, wenn es irgendwo einschlägt.

Wie bei der vorhergehenden Frage, so ist auch bei der Frage nach der Entstehung des Donners der Anteil der erwachsenen Versuchspersonen, der keine Erklärung gab, mit **16,4 Prozent verhältnismäßig hoch.**

2a "Astronauten" - "Wie kommt es, daß die Gemini-Kapsel mit den Astronauten nicht auf die Erde fällt?"

	Erwachsene								Kinder			
	Anz.in%		davon:						Stadt Anz.in%		Land Anz.in%	
			Stadt Anz.in%		Mittel Anz.in%		Land Anz.in%					
1. Richtiges physik. Prinzip	19	11,1	8	11,1	4	8,4	7	13,7	7	14,7	7	13,7
2. Falsche physik. Prinzipien	138	80,8	59	82,0	39	81,1	40	78,4	39	81,1	43	84,3
darunter:												
Abstand	54	31,6	24	33,4	12	25	18	35,3	15	31,1	9	17,6
Atmosph.	33	19,3	15	20,8	8	16,7	10	19,6	9	18,7	11	21,6
Vakuum	30	17,6	14	19,5	10	20,8	6	11,8	7	14,7	11	21,6
zusammen	117	68,6							31	64,5	31	60,8
3. keine physik. Prinzipien	11	6,4	4	5,5	4	8,4	3	5,9	2	4,2	1	2,0
4. Nichtna- turalistische Erklärun- gen	-	-							-	-		
5. keine Erklärung	3	1,7	1		1		1		-		-	
Insgesamt	171	100,0	72	100,0	48	100,0	51	100,0	48	100,0	51	100,0
Keine signifikanten Häufigkeitsunterschiede (χ^2 -Test)												

Tabelle 42

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 2a "Astronauten" über fünf qualitative Kategorien

Wie bei der quantitativen Analyse, so ergaben sich auch bei der qualitativen Analyse keine Unterschiede zwischen den Häufigkeitsverteilungen der Antworten der verschiedenen Untersuchungsgruppen.

Nach der Meinung von mehr als 60 Prozent aller Versuchspersonen fällt die Kapsel mit den Astronauten deshalb nicht auf die Erde, weil die Erdanziehung keine Wirkung mehr auf die Kapsel hat.

Die meisten Versuchspersonen begründen dies damit, daß die Kapsel zu weit von der Erde entfernt sei und deshalb nicht mehr von der Erde angezogen würde ("Abstand"). Von den Landkindern vertreten diese Auffassung 17,6 Prozent, von den übrigen Versuchspersonen rund 31 Prozent.

127: Die Kapsel wird ja außerhalb der Erdanziehungskraft hinausgetragen.

94: Schwerelosigkeit, weil da die Erde nicht mehr anzieht, weil sie so weit fort sind.

K 25: Aus der Anziehungskraft der Erde sind die draußen.

Die zweithäufigste Erklärung, von rund einem Fünftel der Versuchspersonen gegeben, bringt die Erdanziehungskraft mit der Erdatmosphäre in Verbindung und zeigt die Auffassung, daß die Anziehungskraft der Erde nur so weit reicht wie die Atmosphäre ("Atmosphäre").

149: Weil sie außerhalb der Erdatmosphäre, also der Anziehungskraft sind.

K 111: Da ist eine Lufthülle um die Erde rum, und wenn die aus der Lufthülle austritt, dann ist die Anziehungskraft von der Erde weg.

K 37: (...) Weil da ist keine Luft mehr, keine Luftvegetation, und da kommt sie nicht mehr durch. Die Anziehungskraft der Erde geht nicht so weit, die reicht so weit wie die Luft reicht.

22: Weil die Erde die Anziehungskraft verliert, je dünner die Luft wird.

Folgerichtig ist die dritthäufigste Antwortgruppe der Meinung, daß im Vakuum Schwerelosigkeit herrsche ("Vakuum"). Die entsprechenden Antworthäufigkeiten liegen zwischen 14,7 Prozent der Stadtkinder und 21,6 Prozent der Landkinder.

- 129: Weil die Erde von einer Hülle umgeben ist, von einer Lufthülle. Und in dem Raum wo die Kapsel ist, da ist keine Luft, da kann sie nicht runterfallen. - Wie kommt es, daß sie dann nicht runterfallen kann? - Weil das ein schwerelosere Raum ist, da schwebt es.
- 79: Da oben ist eine Schwerelosigkeit, das schwebt, ist kein Sauerstoff und so Zeugs.
- K 124: Außerhalb der Lufthülle ist ja Schwerelosigkeit.
- K 58: Im Weltraum herrscht Schwerelosigkeit, weil's dort keine Luft gibt.

Die qualitativen Kategorien drei bis fünf weisen eine geringe Besetzung auf, was auf die sehr verbreiteten Erklärungsweisen der zweiten Kategorie zurückzuführen ist.

2b "Astronauten" - "Wie kommt es, daß die Gemini-Kapsel nicht von der Erde fortfliegt, hinaus in den Weltraum, wenn sie die Erde umkreist?"

	Erwachsene								Kinder			
	Anz.in%		davon:						Stadt Anz.in%		Land Anz.in%	
			Stadt Anz.in%		Mittel Anz.in%		Land Anz.in%					
1. Richtiges physik. Prinzip	61	35,7	32	44,4	11	22,9	18	35,3	20	41,6	18	35,3
darunter: Gravita- tion	57	33,3	29	40,4	11	22,9	17	33,3	17	35,4	15	29,4
2. Falsche physik. Prinzipien	27	15,8	13	18,1	6	12,5	8	15,7	5	10,5	5	9,8
3. Keine physik. Prinzipien	72	42,1	27	37,5	25	52,1	20	39,2	20	41,6	25	49,0
darunter: Steuerung	47	27,5	16	22,2	16	33,3	15	29,4	16	33,3	13	25,5
4. Nicht- natural. Erklärun- gen	-	-							-		-	
5. Keine Erklärung	11	6,4	-	-	6	12,5	5	9,8	3	6,3	3	5,9
Insgesamt	171	100,0	72	100,0	48	100,0	51	100,0	48	100,0	51	100,0

Unterschied der Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungs-
gruppen "Stadt" und "Mittel" der Erwachsenen signifikant auf dem
5 %-Niveau (Chi-2-Test)

Tabelle 43

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 2b "Astronauten" über fünf qualitative Kategorien

Der Unterschied zwischen den Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungsgruppen "Stadt" und "Mittel" der Erwachsenen ist von statistischer Bedeutsamkeit. Die Gruppe "Stadt" bevorzugt dabei Antworten, die der Kategorie 1 "Richtiges physikalisches Prinzip" entsprechen. Dies bestätigt die bei der quantitativen Analyse ermittelte signifikante Überlegenheit der physikalischen Konzepte der Erwachsenen aus Großstädten.

Im Gegensatz zu der vorhergehenden Teilfrage 2a "Astronauten", bei welcher etwa 60 Prozent der Versuchspersonen die Auffassung vertraten, daß die Erdanziehungskraft keine Wirkung mehr auf die Kapsel zeige, wird bei dieser Teilfrage trotzdem am häufigsten die Meinung vertreten, daß die Gravitationskraft die Kapsel am Wegfliegen hindere ("Gravitation"). Rund ein Drittel der Versuchspersonen war dieser Meinung und größtenteils wurden diese gegensätzlichen Theorien von den gleichen Personen vertreten.

105: Die Erde hat eine Anziehungskraft, die hält sie und läßt sie nicht fort.

K 66: Sie werden vielleicht immer noch von der Erde gehalten und können dann nicht so fortfliegen.

Am zweithäufigsten bezogen sich die Versuchspersonen nicht auf die Wirkung physikalischer Kräfte, sondern wiesen auf menschliche Einflußnahme hin, daß nämlich die Kapsel gesteuert werde ("Steuerung"). Der Anteil der Antworten, der auf diese Antwortgruppe entfiel, lag zwischen rund 25 Prozent bei den Landkindern und 33,3 Prozent bei den Stadtkindern.

60: Weil sie die Astronauten steuern.

138: Sind ferngesteuert.

124: Ist alles berechnet, irgendwie, haben einen Steuerknüppel.

K 60: Die haben eine Lenkung oder sowas.

K 68: (...) Sie haben kleine Antriebe, die immer wieder steuern können.

2c "Astronauten" - "Wie kommt es, daß die Astronauten wieder auf die Erde zurückkehren können?"

	Erwachsene								Kinder			
	Anz.in%		davon:						Stadt Anz. in%		Land Anz.in%	
			Stadt Anz.in%		Mittel Anz. in%		Land Anz. in %					
1. Richtiges physik. Prinzip	19	11,1	9	12,5	2	4,2	8	15,7	3	6,2	4	7,8
2. Falsche physik. Prinzipien	43	25,1	15	20,8	14	29,1	14	27,4	26	54,3	19	37,3
darunter: Antrieb	34	19,9	13	18,1	10	20,9	11	21,6	18	37,4	15	29,4
3. Keine physik. Prinzipien	101	59,1	45	62,5	30	62,4	26	51,0	18	37,4	26	51,0
darunter:												
Steuerung	39	22,8	18	25,0	11	22,9	10	19,6	9	18,7	14	27,4
Steuerung + Antrieb	31	18,1	12	16,6	12	25,0	7	13,7	6	12,5	5	9,8
Zusammen	70	40,9							15	31,2	19	37,2
4. Nicht- natural. Erklä- rungen	-	-							-		-	
5. Keine Erklärung	8	4,7	3	4,2	2	4,2	3	5,9	1	2,1	2	3,9
Insgesamt	171	100,0	72	100,0	48	100,0	51	100,0	48	100,0	51	100,0
Unterschied der Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungs- gruppen "Stadt" signifikant auf dem 1 %-Niveau (Chi ² -Test)												

Tabelle 44

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 2c "Astronauten" über fünf qualitative Kategorien

Die quantitative Analyse ermittelte bei dieser Teilfrage eine deutliche Überlegenheit der physikalischen Konzepte der Erwachsenen aus Großstädten gegenüber denen der Stadtkinder. Nach den Ergebnissen der qualitativen Analyse bevorzugen dabei die Erwachsenen deutlich Antwortgruppen, die in die Kategorie 3 "Keine physikalischen Prinzipien" entfallen, während mehr als die Hälfte der Antworten der Stadtkinder der Kategorie 2 "Falsche physikalische Prinzipien" entsprechen.

Die verbreitetste Auffassung, wie die Kapsel mit den Astronauten wieder auf die Erde zurückkehren könne, besteht darin, daß die Kapsel gesteuert würde. Rund 40 Prozent der Erwachsenen und etwa 31 bzw. 37 Prozent der beiden Kontrollgruppen der Kinder vertreten diese Ansicht. Diese Antwortgruppe läßt sich in die beiden Untergruppen "Steuerung" und "Steuerung + Antrieb" aufspalten.

Die Personen, deren Antworten in die Gruppe "Steuerung" zusammengefaßt worden sind, meinen, daß die Kapsel nur gesteuert werden müsse, um an ein bestimmtes Ziel zu gelangen. Etwas mehr als 20 Prozent aller Versuchspersonen gehören dieser Gruppe an.

- 31: Die haben in der Kapsel eine Lenkung, oder so etwas Ähnliches, daß sich die Kapsel wieder zur Erde bewegen kann.
- 152: Die können ja ihre Gemini-Kapsel selber steuern.
- K 115: Die steuern halt wieder auf die Erde zurück.
- K 50: Die Kapsel kann man doch zurücksteuern.

Etwa 20 Prozent der Erwachsenen und rund 10 Prozent der Kinder weisen dabei darauf hin, daß die Steuerung mit Hilfe von Raketenmotoren geschieht ("Steuerung + Antrieb").

- 163: Die haben ja Steuerdüsen drinne.
- 147: Man kann die Laufbahn regulieren durch diese Düsen.
- K 90: Die lenken halt da mit ihren Düsen oder was sie da haben.

- K 117: Mit Düsentriebwerken lenken sie auf die Erde zu, und wenn sie dann wieder in der Lufthülle sind, werden sie wieder von der Erde angezogen.

Am zweithäufigsten war die Meinung anzutreffen, daß die Kapsel, um die Rückkehr der Astronauten zu ermöglichen, durch die Raketenmotore in Richtung Erde in Bewegung gesetzt werden müsse.

- 44: Durch eine Bremsrakete, wird sie abgedrückt von oben wieder.
- 96: Sie haben Landeraketen, und durch den Druck stoßen sie wieder durch die Atmosphäre durch und werden dann von der Erde angezogen.
- K 91: Vielleicht durch Düsen, daß sie dann auf die Erde zufliegen.
- K 33: Die treiben ihre Kapsel wieder an, daß sie in die Erdatmosphäre einsteigen. Und durch die Anziehungskraft werden sie dann wieder runtergezogen.

3 "Wind" - "Wie kommt es, daß der Wind weht?"

	Erwachsene								Kinder			
			davon:									
			Stadt		Mittel		Land					
			Anz.in%	Anz.in%	Anz.in%	Anz.in%	Anz.in%	Anz.in%				
1. richtiges physik. Prinzip	22	12,9	11	15,3	5	10,4	6	11,8	2	4,2	7	13,7
2. Falsche physik. Prinzipien	67	39,2	27	37,5	20	41,6	20	39,1	34	70,9	32	62,7
darunter: Meer									11	22,9	11	21,6
Erddrehung	19	11,1	8	11,1	6	12,5	5	9,8	5	10,4	12	23,5
3. Keine physik. Prinzipien	42	24,5	18	25,0	12	25,0	12	23,6	6	12,5	6	11,8
4. Nicht- natural. Erklä- rungen	7	4,1	2	2,8	3	6,3	2	3,9	3	6,2	-	
5. Keine Erklärung	33	19,3	14	19,4	8	16,7	11	21,6	3	6,2	6	11,8
Insgesamt	171	100,0	72	100,0	48	100,0	51	100,0	48	100,0	51	100,0
Unterschied der Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungs- gruppen "Stadt" signifikant auf dem 1 %-Niveau (Chi ² -Test)												

Tabelle 45

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 3 "Wind" über fünf qualitative Kategorien

Der Unterschied in den Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungsgruppen "Stadt" erwies sich im Rahmen der qualitativen Analyse als statistisch bedeutsam. Er ergab sich daraus, daß rund 70 Prozent der Antworten der Stadtkinder der Kategorie 2 "Falsche physikalische Prinzipien" entsprachen, während die Erwachsenen der Gruppe "Stadt" die übrigen Kategorien mit jeweils höheren Häufigkeiten besetzten.

Die quantitative Analyse hatte jedoch keine Überlegenheit einer der beiden Gruppen ergeben.

Die Antwortgruppe, die die meisten Antworten enthält, führt die Entstehung des Windes auf die Erdumdrehung ("Erddrehung") zurück. Sie umfaßt rund 10 Prozent der Antworten der Erwachsenen und Stadtkinder und mit 23,5 Prozent fast ein Viertel der der Landkinder.

Sie ist die einzige Gruppe, die mehr als 10 Prozent der Antworten aller Versuchsgruppen in sich vereinigte.

- 89: (...) Die Erde bewegt sich um sich selbst, die Luft wird dann entgegenziehen.
- 134: (...) Die Umdrehung der Erde. - Wie meinen Sie das? - Wenn sie sich dreht, muß ja irgendwie was zurückbleiben, daß da draus der Wind kommt.
- K 69: (...) Vielleicht weil die Luft stillsteht in dem Raum, und die Erde dreht sich... und der Mensch, der spürt das dann als Wind, weil der auf der Erde steht.
- 14: (...) Ja, die Erde dreht sich im Weltall rum. Durch Berge und Meer ist einmal mehr Wind und weniger.

Von den Kindern zeigten mehr als 20 Prozent die Auffassung, daß die Bewegung des Meeres bei Ebbe und Flut und insbesondere die Meereswellen den Wind erzeugen ("Meer").

K 112: Vielleicht vom Meer, wenn Ebbe und Flut ist.

K 84: Die Meeresströmungen, die Wellen, die schlagen, und so entstehen Winde.

K 18: (...) Die Wellen vom Meer, die schieben die Luft mit.

K 107: Das kommt vom Meer. - Wie meinst du das? Kannst du das etwas näher erklären? - Wenn es starke Wellen gibt, daß der Winddruck größer wird. - Wie kommt es zu Wellen? - Am Meeresgrund, da sind so Riffe und Felsen und die stoßen ab, und da geht das Wasser in die Höhe.

In der Gruppe der Erwachsenen konnten knapp 20 Prozent keine Erklärung über die Entstehung des Windes geben, in der Gruppe der Landkinder 11,8 Prozent. Damit zeigt die Kategorie 5 "Keine Erklärung" bei dieser Frage die höchste Besetzung unter allen Fragen auf.

4 "Schiff" - "Wenn man ein Stück Eisen ins Wasser wirft, so versinkt es. Wie kommt es aber, daß eiserne Schiffe nicht untergehen?"

	Erwachsene								Kinder					
	Anz.in%		davon:								Stadt Anz.in%		Land Anz.in%	
			Stadt Anz.in%		Mittel Anz.in%		Land Anz.in%							
1. Richtiges physik. Prinzip	21	12,3	8	11,1	6	12,5	7	13,7	3	6,3	2	3,9		
2. Falsche physik. Prinzipien	123	71,8	54	75,0	36	75,0	33	64,7	43	89,5	43	84,3		
darunter:														
Luft	70	40,9	30	41,6	23	47,9	17	33,3	32	66,0	29	56,8		
3. Keine physik. Prinzipien	24	14,1	9	12,5	5	10,4	10	19,6	1	2,1	6	11,8		
4. Nicht- natural. Erklä- rungen	1	0,6					1	2,0	-		-			
5. Keine Erklä- rungen	2	1,2	1	1,4	1	2,1	-	-	1	2,1	-	-		
Insgesamt	171	100,0	72	100,0	48	100,0	51	100,0	48	100,0	51	100,0		
Keine signifikanten Häufigkeitsunterschiede (χ^2 -Test)														

Tabelle 46

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 4 "Schiff" über fünf qualitative Kategorien

Die Häufigkeitsverteilungen der Antworten der beiden Untersuchungsgruppen "Stadt" konnten nicht mit Hilfe des χ^2 -Tests auf statistisch bedeutsame Unterschiede hin überprüft werden, da 89,5 Prozent der Antworten der Stadtkinder auf die zweite Kategorie "Falsche physikalische Prinzipien" entfielen und die zu erwartenden Häufigkeiten (S. SIEGEL, 1956, S. 46) in den anderen Kategorien, auch bei sinnvollen Zusammenfassungen, unter fünf blieben. Es scheinen jedoch die fünf qualitativen Kategorien durch diese beiden Gruppen weitgehend gleichartig besetzt worden zu sein.

Die beiden Gruppen der Stadt- und Landkinder zeigten eine ähnliche Verteilung, die die Anwendung des χ^2 -Tests nicht gestattete. Die quantitative Analyse hatte zwischen den einzelnen Untersuchungsgruppen keine Differenzen von Belang ergeben.

Alle Untersuchungsgruppen führen das Schwimmen eiserner Schiffe am häufigsten auf die im Schiffsraum befindliche Luft zurück ("Luft"). Rund 40 Prozent der Erwachsenen, 57 Prozent der Landkinder und 66 Prozent der Stadtkinder zeigen diese Auffassung, bei welcher sich jedoch folgende Aspekte aufweisen lassen:

	Erwachsene		Stadtkinder		Landkinder	
	Anz.	in %	Anz.	in %	Anz.	in %
Insgesamt	70	40,9	21	66,0	29	56,8
davon:						
1. Die Luft trägt das Schiff	21	12,3	10	20,8	10	19,6
2. Luft ist darin	22	12,9	7	14,6	8	15,7
3. Luft ist leichter als Wasser			10	20,8	9	17,7

Tabelle 47

Häufigkeitsverteilung der Antworten, die sich mit Luft im Schiffsraum befassen.

Von den Personen, die die im Schiffsraum enthaltene Luft als Bedingung für das Schwimmen der Schiffe ansehen, bilden diejenigen die umfangreichste Untergruppe, die der Meinung sind, daß die Luft das Schiff trage (1).

- 55: In den eisernen Schiffen ist erst einmal Luft, die bekanntlich leichter ist wie Wasser, und zweitens sind sie abgedichtet, vollkommen verschlossen. Sicher, sie müßten untergehen, weil sie schwerer sind als Wasser und das verdrängen würden, aber wie gesagt, da ist Luft drinnen. - Wie kommt es, daß sie nicht untergehen, wenn Luft darin ist? - ... Als Aufwärtsschweben, als Aufwind sozusagen.
- 72: In den eisernen Schiffen befindet sich Luft, sind große Räume, während in einem Stück Eisen kein Raum ist. - Wie kommt es, daß die Schiffe nicht untergehen, wenn in ihnen Luft ist? - Das ist der Auftrieb, daß es die Schiffe über Wasser hält.
- K 64: Die sind innen hohl, das hält sie an der Oberfläche. - Kannst du das etwas näher erklären? - Da ist Luft innen, die hält es oben, die drückt nach oben.
- K 126: Durch den Hohlraum, da ist innen Luft, und dadurch werden die getragen, weil Luft hebt das Schiff, da können sie nicht untergehen.

Die zur nächsten Gruppe (2) zusammengefaßten Antworten geben nur an, daß sich Luft im Innern des Schiffes befinde, ohne aber diese Aussage mit einer Theorie über das Schwimmen eiserner Schiffe zu verbinden.

- 56: Weil da Luft drinnen ist.
- 91: Durch die Räume, die Lufträume, Mannschaftsräume und alles, da ist Luft drinnen und kann nicht untergehen.
- K 86: Der Kielraum unten im Schiff ist abgeschlossen, so daß keine Luft rausgeht, und darum schwimmt's.
- 11: Weil der Raum verdrängt das Wasser, somit schwimmt es. Ist Luft noch mit darin, so kann es nicht versinken. - Wenn man das Schiff luftleer pumpen würde? - Ja, dann müßte das praktisch versinken.

Die letzte Gruppe (3) gibt an, daß die Luft leichter als Wasser sei und zeigt damit Beziehungen zum Konzept des spezifischen Gewichts. In dieser Gruppe sind mit rund 20 Prozent nur Schüler vertreten.

- K 54: Die haben Luftkammern und Hohlräume. - Wie kommt es, daß die Schiffe da nicht untergehen können? - Weil die Luft ist leichter als Wasser, und die schwimmen da drauf.
- K 63: Luft ist im Schiff drin. Luft ist ja leichter als Wasser.
- K 120: Weil sie innen hohl sind, und da ist dann Luft drinnen, und die hält sie. Weil die Luft ist leichter als Wasser.
- K 124: Die haben einen Rumpf, und da ist Luft drin, und Luft ist leichter als Wasser, und da bleibt das Schiff an der Wasseroberfläche.

5 "Dynamo" - "Wie kommt es, daß der Fahrraddynamo Strom erzeugt?"

	Erwachsene								Kinder			
	Anz. in %		davon:						Stadt Anz.in%		Land Anz.in%	
			Stadt Anz.in%		Mittel Anz.in%		Land Anz.in%					
1. Richtiges physik. Prinzip	10	6,5	6	9,4	-	-	4	8,5	2	4,2	-	-
2. Falsche physik. Prinzipien	89	58,2	38	59,3	25	59,6	26	55,3	37	77,1	38	74,5
darunter:												
Reibung	52	34,0	22	34,4	19	45,8	11	21,9	33	68,7	26	50,9
davon: innen	32	20,9	12	18,8	11	26,2	9	17,6	16	33,3	19	37,2
außen	20	13,1	10	15,6	8	19,6	2	4,3	17	35,4	7	13,7
3. Keine physik. Prinzipien	49	32,0	19	29,7	15	35,7	15	31,9	9	18,7	13	25,5
darunter:												
Beschrei- bung	34	22,2	14	21,9	12	28,5	8	17,0	7	14,6	11	21,6
davon: vollständ- ig	18	11,8	6	9,4	7	16,6	5	10,6	5	10,4	7	13,7
vage	16	10,4	8	12,5	5	11,9	3	6,4				
4. Nicht- natural. Erklä- rungen	-	-							-	-	-	-
5. Keine Erklärung	5	3,3	1	1,6	2	4,7	2	4,3	-	-	-	-
Insgesamt	153	100,0	64	100,0	42	100,0	47	100,0	48	100,0	51	100,0
Keine signifikanten Häufigkeitsunterschiede (Chi ² -Test)												

Tabelle 48
Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 5 "Dynamo" über fünf qualitative Kategorien

Obwohl die quantitative Analyse die deutliche Überlegenheit der physikalischen Konzepte der Stadtkinder über die der jungen Erwachsenen aus Großstädten zeigte, konnte im Rahmen der qualitativen Analyse kein statistisch bedeutsamer Unterschied in den Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungsgruppen ermittelt werden. Desgleichen erwiesen sich die Abweichungen in den Häufigkeitsverteilungen der anderen Untersuchungsgruppen nur als zufällig.

Die Erzeugung von Elektrizität im Dynamo wurde vorwiegend durch den Prozeß der Reibung erklärt ("Reibung"). Diese Auffassung zeigte rund ein Drittel aller Erwachsenen, wobei in den einzelnen Versuchsgruppen größere Abweichungen auftraten. Der Anteil der Schüler lag wesentlich höher und erreichte bei den Stadtkindern 68,7 Prozent aller Antworten.

Von diesen Versuchspersonen führten rund 20 Prozent der Erwachsenen und etwa ein Drittel der Schüler die Erzeugung von Elektrizität auf Reibung im Innern des Dynamos zurück. ("Reibung innen").

- 113: Durch Reibung. - Wie meinen Sie das? - Es wird doch immer gedreht, das wird... wird sozusagen heiß, und so entsteht Elektrizität. - Wie kommt es, daß dadurch Elektrizität entsteht? - Es ist eine chemische, nein, eine Umwandlung.
- K 97: Das kommt durch die Reibung. Da reiben sich zwei so Eisengegenstände gegeneinander, und da gibt's Funken, und die werden durch Drähtchen weitergeleitet, und die sind unsichtbar. Also der Strom wird weitergeleitet.
- K 126: Innen im Dynamo geschieht eine Reibung, und die erzeugt Strom.
- K 105: Da ist ein Magnet drinnen. Durch die Reibungen und so, da entsteht der Strom.
- 21: Da sind Wicklungen darinnen, Drahtwicklungen, und wenn der sich dreht, dann erzeugt er Strom. - Könnten Sie das etwas näher erklären? - Mit einer Reibungsfläche oder so...

Neben dieser Untergruppe wurde noch eine zweite ermittelt, die der Meinung war, daß die Reibung des Dynamos außen am Fahrradmantel den Strom erzeuge ("Reibung außen"). Diese Auffassung vertraten 35,4 Prozent der Stadtkinder und rund 13 Prozent der übrigen Versuchspersonen.

- 133: Durch die Reibung am vorderen Reifen. - Wie meinen Sie das? - Wenn man mit dem Fahrrad fährt, dann ist da der Dynamo am Reifen, und durch die Reibung erzeugt er Strom.
- 129: Durch Reibung erzeugt er den Strom. - Könnten Sie das etwas näher erklären? - Oben, die Kapsel reibt am Rad und dadurch werden... wird eben Strom erzeugt. - Wie meinen Sie das? - Entsteht Wärmedadurch und dann Strom.
- K 102: Durch die Reibung entsteht Strom. Wenn sich das Rad dreht und der Dynamo streift das Rad, dann entsteht Strom, und der Strom wird durch die Drähte weitergeleitet zum Licht. - Wo reibt sich da etwas? - Da ist eine Kurbel, ein Rad zum Reiben.
- K 65: Durch die Reibung an den Felgen, nein, an dem Reifen. - Wie kommt es, daß dadurch Strom erzeugt wird? - Durch Reibung entstehen Funken, und vielleicht nimmt die der Dynamo auf, und das wird zu Elektrizität.

An zweiter Stelle wurde von rund einem Fünftel der Versuchspersonen Beschreibungen der Bedingungen gegeben, unter denen der Dynamo Elektrizität erzeugt, ohne daß jedoch auf das physikalische Prinzip der elektromagnetischen Induktion eingegangen worden wäre.

Eine adäquate Beschreibung des Vorgangs gaben dabei etwas mehr als 10 Prozent aller Versuchspersonen ("Beschreibung vollständig"):

- 168: Da ist ein Anker drinnen und wird durch Drehen an zwei Magnetfelder vorbeigeführt, und dann ergibt sich dann der Strom.
- 28: Durch das Magnet, das Magnetfeld. Wenn sich der Anker im Magnetfeld dreht... und nimmt dann die Spannung oder so ähnlich auf.
- K 8: Wenn im Fahrraddynamo die Spulen bewegt werden zwischen einem Magneten, dann entsteht Strom.

K 129: Das ist ein Magnet, und in dem Magnet läuft eine Spule. Wenn die in Bewegung gesetzt wird, dann entsteht der Strom. - Wie kommt es, daß dadurch Elektrizität erzeugt wird? - Weil ein Magnet hat einen Süd- und einen Nordpol, und wenn sich das dazwischen dreht, dann wird irgendwie Strom erzeugt.

Von etwa 10 Prozent der Erwachsenen wurde nur eine vage Beschreibung des Vorgangs erhalten, die die Form "Wenn sich der Dynamo dreht, dann erzeugt er Strom" aufwies ("Beschreibung vage").

138: Wenn er ans Rad hinkommt, durch die Drehungen.

155: Mit dem Rad wird der Dynamo angetrieben.

160: (...) Wenn der Knopf am Reifen hinkommt, dann dreht sich innen was, und das erzeugt dann den Strom.

6 "E-Motor" - "Würde ein vom Fahrrad abmontierter Dynamo sich drehen, wenn man eine Batterie anschließt?"

	Erwachsene								Kinder			
	Anz.in%		davon:						Stadt Anz.in%		Land Anz.in%	
			Stadt Anz.in%		Mittel Anz.in%		Land Anz.in%					
1. Richtiges physik. Prinzip	21	13,7	8	12,5	4	9,5	9	19,1	8	16,7	8	15,6
2. Falsche physik. Prinzipien	45	29,4	21	32,8	6	14,3	18	38,4	24	50,0	21	41,2
darunter: Kraft- wirkung									9	18,7	12	23,5
3. Keine physik. Prinzipien	68	44,5	26	40,6	27	65,3	15	31,9	15	31,2	18	35,4
darunter: Beschrei- bung	31	20,3	11	17,2	13	30,9	7	14,9	9	18,7	9	17,6
4. Nicht- natural. Erklä- rungen	-	-							-	-	-	-
5. Keine Erklärung	19	12,4	9	14,1	5	11,9	5	10,6	1	2,1	4	7,8
Insgesamt	153	100,0	64	100,0	42	100,0	47	100,0	48	100,0	51	100,0
Unterschied der Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungs- gruppen "Mittel" und "Land" der Erwachsenen signifikant auf dem 1 %-Niveau (Chi ² -Test)												

Tabelle 49

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 6 "E-Motor" über fünf qualitative Kategorien

In den Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen über die fünf qualitativen Kategorien bestand zwischen den Versuchsgruppen "Mittel" und "Land" ein statistisch bedeutsamer Unterschied. Beide Gruppen hatten bei der quantitativen Analyse die gleiche zentrale Tendenz mit annähernd gleicher Streuung erzielt.

Für die beiden Gruppen der Landbevölkerung wurde ein χ^2 -Wert von nur 0,16 ermittelt, obwohl sich bei der quantitativen Analyse die physikalischen Konzepte der jungen Erwachsenen deutlich adäquater als die der Landkinder erwiesen hatten.

Die Antwortgruppe, die mit rund einem Fünftel aller Antworten die umfangreichste Gruppe darstellt, gab eine Beschreibung des Vorgangs in der Form: "Wenn man eine Batterie anschließt, so dreht sich der Dynamo". ("Beschreibung").

Diese Äußerungen stellten jedoch nur eine Wiederholung der mit der Frage gegebenen Information dar.

K 53: Der Strom der Batterie treibt den Dynamo an.

K 23: Im Dynamo sind Drähte angeschlossen, und die bringen praktisch den Strom zum Dynamo, und dann fängt er das Drehen an.

149: Weil da jetzt dann wieder... durch die Batterie, das ist dasselbe, wenn Sie an die Batterie eine Birne oder was anschließen, die brennt auch.

142: Der kriegt von der Batterie Strom und dadurch dreht er sich halt.

Außer der skizzierten Antwortgruppe ergab sich mit rund 20 Prozent nur noch bei den Schülern eine Gruppe von nennenswerter Häufigkeit, die die Drehbewegung des Dynamos auf die "Kraft" des elektrischen Stromes zurückführte ("Kraftwirkung").

K 121: In der Batterie befindet sich ein Strom und wenn der reinfließt, dann fängt's das Laufen an. - Wie kommt es, daß es dann das Laufen anfängt? - Der Strom hat eine Kraft.

- K 65: Der Strom hat eine bestimmte Kraft.
- K 70: Beim Fahrrad wird der Dynamo vom Rad angetrieben und bei der Batterie vom Strom angetrieben . - Wie kommt es, daß er sich dreht? - Die Kraft, die der Strom entwickelt, bringt es zum Antreiben.
- K 103: Das ist fast dasselbe wie vorher beim Rad. Der Strom, den wir anschließen, der treibt das. - Kannst du das etwas näher erklären? - Der Strom hat eine Kraft, und darum dreht sich das dann.

Der Anteil der Erwachsenen, der zu diesem Phänomen keine Erklärung zu geben vermochte, überstieg wiederum 10 Prozent.

7 "Regenbogen" - "Wie kommt es, daß man öfters nach einem Regen einen Regenbogen beobachten kann?"

	Erwachsene								Kinder			
	Anz.in%		davon:						Stadt Anz.in%		Land Anz.in%	
			Stadt Anz.in%		Mittel Anz.in%		Land Anz.in%					
1. Richtiges physik. Prinzip	58	33,9	25	34,7	20	41,7	13	25,5	14	29,2	6	11,8
darunter:												
Dispersion	18	10,5	9	12,5	6	12,5	3	5,9				
Reflexion	28	16,4	9	12,5	13	27,1	6	11,8				
2. Falsche physik. Prinzipien	55	32,2	24	33,3	11	22,9	20	39,2	26	54,2	29	56,9
darunter: Farbspiegelung												
	24	14,1	7	9,7	6	12,5	11	21,6	9	18,8	14	27,5
3. Keine physik. Prinzipien	49	28,6	19	26,4	15	31,2	15	29,5	8	16,6	14	27,5
darunter: Beschreibung												
	30	17,6	11	15,3	9	18,7	10	19,6	7	14,6	12	23,6
4. Nicht-natural. Erklärungen	3	1,8	1	1,4	1	2,1	1	1,9	-	-	1	1,9
5. Keine Erklärung	6	3,5	3	4,2	1	2,1	2	3,9	-	-	1	1,9
Insgesamt	171	100,0	72	100,0	48	100,0	51	100,0	48	100,0	51	100,0
Unterschied der Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungsgruppen "Mittel" und "Landkinder" signifikant auf dem 5 %-Niveau Chi-Test)												

Tabelle 50

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 7 "Regenbogen" über fünf qualitative Kategorien

Die bei der quantitativen Analyse ermittelte Überlegenheit der physikalischen Konzepte der Gruppe "Mittel" im Vergleich zu denen der Landkinder findet eine Parallele darin, daß sich die Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungsgruppen über die fünf qualitativen Kategorien statistisch bedeutsam voneinander unterscheiden. Nach den in Tabelle 50 vorliegenden Verteilungen bevorzugen Erwachsene der Gruppe "Mittel" Antworten, die der ersten Kategorie "Richtiges physikalisches Prinzip" entsprechen, während mehr als die Hälfte der Antworten der Landkinder in die zweite Kategorie "Falsche physikalische Prinzipien" fallen.

Am häufigsten wurden Antworten erhalten, die sich in ihren Aussagen auf die Bedingungen beschränken, unter denen im allgemeinen ein Regenbogen zu beobachten ist, ohne jedoch auf physikalische Prinzipien oder Gesetze zu verweisen ("Beschreibung"). Die entsprechenden Häufigkeiten liegen zwischen 14,5 Prozent bei den Stadtkindern und 23,6 Prozent bei den Landkindern.

- K 26: (...) Nur wenn die Luft feucht ist, entsteht ein Regenbogen.
- K 89: Wenn's da regnet und die Sonne scheint. - Kannst du das etwas näher erklären? - Daß es da ein wenig Farben gibt.
- 109: Daß... mit der Sonne hängt's zusammen und mit dem Regen.
- 19: Das ist bloß, wenn es geregnet hat und die Sonne scheint, dann gibt es einen Regenbogen.

Nur um insgesamt zwei Personen kleiner ist die nächste Gruppe, die die Erklärung gab, daß die verschiedenen Farben des Regenbogens von der Erde stammten und sich am Himmel spiegelten ("Farbspiegelung"). Der Anteil der Versuchspersonen an dieser Antwortgruppe ist bei den einzelnen Untersuchungsgruppen sehr verschieden und schwankt zwischen 9,7 Prozent bei den Erwachsenen aus Großstädten und 27,5 Prozent bei den Landkindern.

- K 35: Wenn die Sonne scheint und der Regen fällt, dann gibt das verschiedene Reflexe. - Wie meinst du das? - Daß diese Farben entstehen. - Könntest du das etwas genauer erklären? - Blau vom Himmel und Grün von den Bäumen. Das wird halt abgespiegelt.
- 156: (...) Zum Beispiel auf einem Feld, auf einer Wiese, das ist jetzt teilweise grün, sind Blumen drauf, ist rot, ... dadurch.
- 86: (...) Vielleicht vom Himmel aus, daß da blau, und die Erde, grün, oder von einem Wasser aus, daß da blau.
- K 11: (...) Daß vielleicht bunte Farben das verursachen, von Häusern und so.
- K 124: (...) Die Tropfen reflektieren irgendwie und die Wälder da draußen, daß das dann irgendwie die grüne Farbe gibt.

Die nächsten beiden Antwortgruppen "Reflexion" und "Dispersion" erreichten nur bei den Erwachsenen einen Anteil von mehr als 10 Prozent.

16,4 Prozent der Erwachsenen führen die Entstehung des Regenbogens alleine auf die Reflexion des Sonnenlichtes am Regen oder an den Wassertropfen zurück ("Reflexion"). Die Einordnung dieser Antwortgruppe in Kategorie 1 "Rich-tiges physikalisches Prinzip" berücksichtigte, daß Reflexion des Sonnenlichtes zwar nicht das Entscheidende für die Bildung des Regenbogens ist, jedoch an seiner Entstehung beteiligt ist.

- 112: Das reflektiert wahrscheinlich, wenn es geregnet hat und die Sonnenstrahlen auf die Regentropfen fallen...
- 40: Durch die Sonnenstrahlen, die durch den Regen kommen, wird es reflektiert.
- 37: Das ist durch die Sonne, die spiegelt sich in dem Regen.

In die Gruppe "Dispersion" wurden schließlich die Antworten von etwa 10 Prozent der Erwachsenen eingereiht, die die Brechung des Lichtes und die dadurch bedingte Aufteilung in die sogenannten Grundfarben enthielten.

Bei den Erwachsenen war die Abhängigkeit des Brechungsindex des Mediums von der Wellenlänge des einfallenden Lichtes noch nicht im Volksschulunterricht behandelt worden. Deshalb wurde die skizzierte Auffassung als optimale Lösung für Volksschulabgänger betrachtet.

- 66: Durch die Lichtbrechung. Das Wasser bricht das Licht, und es wird zerlegt in verschiedene Farben.
- 117: (...) Ja, das Licht wird in den Tropfen gebrochen, in den Regentropfen, und teilt sich dann auf in sämtliche Farben, in die Grundfarben.

8 "Magnet" - "Wie kommt es, daß ein Magnet eiserne Dinge anzieht, zum Beispiel Nägel?"

	Erwachsene								Kinder			
	Anz.in%		davon:						Stadt Anz.in%		Land Anz.in%	
			Stadt Anz.in%		Mittel Anz.in%		Land Anz.in%					
1. Richtiges physik. Prinzip	27	17,6	14	21,9	4	9,5	9	19,1	7	14,6	6	11,7
2. Falsche physik. Prinzipien	28	18,3	15	23,3	9	21,4	4	8,5	4	8,3	4	7,8
3. Keine physik. Prinzipien	76	49,7	25	39,2	23	54,8	28	59,6	36	75,0	40	78,5
darunter: Global- antwort							12	25,5			7	13,7
Bau	36	23,5	13	20,4	11	26,2	12	25,5	27	56,3	27	53,0
darunter: elektrisch aufgeladen									9	18,7	9	17,7
besonderes Metall	19	12,4	6	9,4	5	11,9	8	17,0	5	10,4	8	15,7
4. Nichtnatu- ral. Erklä- rungen	-	-							-	-	-	-
5. Keine Erklärung	22	14,4	10	15,6	6	14,3	6	12,8	1	2,1	1	2,0
Insgesamt	153	100,0	64	100,0	42	100,0	47	100,0	48	100,0	51	100,0
Unterschied der Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungs- gruppen "Stadt" signifikant auf dem 5 %-Niveau (Chi ² -Test)												

Tabelle 51

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 8 "Magnet" über fünf qualitative Kategorien

Im Rahmen der quantitativen Analyse ist die Gültigkeit der physikalischen Konzepte der beiden Untersuchungsgruppen der Stadtbevölkerung weitgehend gleichartig beurteilt worden. Die qualitative Analyse wies jedoch einen statistisch bedeutsamen Unterschied in den Häufigkeitsverteilungen dieser beiden Untersuchungsgruppen nach, der darauf zurückzuführen sein dürfte, daß 75 Prozent der Antworten der Stadtkinder gegenüber nur 39,2 Prozent der Antworten der Erwachsenen der dritten Kategorie "Keine physikalischen Prinzipien" entsprachen.

Die meisten Versuchspersonen führten die Anziehung eiserner Gegenstände auf die besondere Art der Herstellung des Magneten zurück ("Bau"). Rund ein Viertel aller Erwachsenen und mehr als die Hälfte der Kinder beschäftigten sich mit einer derartigen Theorie, wobei sich die Auffassung am verbreitetsten zeigte, daß der Magnet aus einem besonderen Metall bestünde ("Bau-besonderes Metall"). 10,4 Prozent der Stadtkinder, 12,4 Prozent der Erwachsenen und 15,7 Prozent der Landkinder waren dieser Meinung.

43: Das ist ein besonderes Metall.

K 104: Vielleicht weil's guter Stahl ist.

57: Es ist halt ein Magnet, es hat eine bestimmte Legierung oder was.

K 86: Das Magnet besteht aus bestimmten Eisenerzen, und die Anziehungskraft kommt davon, weil es aus bestimmten Eisen besteht.

Eine zweite Untergruppe wies darauf hin, daß der Magnet elektrisch aufgeladen sei ("Bau - elektrisch aufgeladen"). Diese Gruppe besteht ausschließlich aus Schülern und umfaßt rund 18 Prozent der gegebenen Antworten.

K 49: Der wird zuvor mit einem stärkeren Magneten zusammengehalten, und dann kommt Strom drauf, und dann wird der andere auch magnetisch.

K 24: Der Magnet ist irgendwie mit Strom geladen, und dann zieht er Eisen an.

- K 105: Da wird Strom hineingestoßen und der Magnet, der wird dann so, daß er Eisen anzieht.
- K 100: Die sind erst elektrisch aufgeladen worden und der Strom hat sie dann magnetisch gemacht und dann ziehen sie dann die Nägel an.

An der letzten Gruppe "Globalantwort" ist die Landbevölkerung mit 25,5 Prozent der Erwachsenen und 13,7 Prozent der Schüler beteiligt. Es wurden auf die gestellte Frage Antworten folgender Art erhalten:

- 155: Weil der Magnet eine Anziehungskraft hat.
- 112: Der ist halt magnetisch.
- K 35: Das ist halt eine bestimmte Kraft in dem Magneten.
- 113: Da ist Ihnen nicht damit gedient, wenn ich sage: er ist magnetisch.

Hinzuweisen wäre wiederum darauf, daß rund 15 Prozent der jungen Erwachsenen erklärten, daß sie zu dem gestellten physikalischen Problem nichts auszusagen wüßten, während unter den insgesamt 99 Kindern nur zwei nicht versucht hatten, eine Erklärung zu finden.

9 "Winter" - "Wie kommt es, daß es bei uns im Dezember kalt wird?"

	Erwachsene								Kinder			
	Anz.in%		davon:						Stadt Anz.in%		Land Anz.in%	
			Stadt Anz.in%		Mittel Anz.in%		Land Anz.in%					
1. Richtiges physik. Prinzip	14	8,2	6	8,3	4	8,3	4	7,8	13	27,0	8	15,6
darunter: Einfallswinkel									10	20,8		
2. Falsche physik. Prinzipien	121	70,8	54	75,0	36	75,0	31	60,8	34	70,9	39	76,5
darunter: Ellipse	54	31,5	22	30,6	19	39,6	13	25,5	14	29,2	15	29,5
Entfernung	18	10,5	7	9,7	5	10,4	6	11,8	5	10,4	10	19,6
3. Keine physik. Prinzipien	28	16,4	11	15,3	4	8,3	13	25,5	-	-	3	5,9
4. Nichtnatural. Erklärungen	4	2,3	-	-	2	4,2	2	3,9	-	-	-	-
5. Keine Erklärung	4	2,3	1	1,4	2	4,2	1	2,0	1	2,1	1	2,0
Insgesamt	171	100,0	72	100,0	48	100,0	51	100,0	48	100,0	51	100,0
Unterschied der Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungsgruppen "Stadt" signifikant auf dem 1 %-Niveau (Chi ² -Test)												

Tabelle 52

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 9 "Winter" über fünf qualitative Kategorien

Der in Tabelle 52 mitgeteilte signifikante Unterschied zwischen den Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungsgruppen der Stadtbevölkerung entspricht nicht den Erwartungen. Im Rahmen der quantitativen Analyse hatten sich keine statistisch bedeutsamen Unterschiede zwischen den beiden genannten Gruppen ergeben, wohl aber zwischen der Versuchsgruppe "Land" und den Gruppen "Stadt" und "Landkinder".

Die bevorzugteste Erklärung stellte die von den Versuchspersonen angenommene elliptische Bahn der Erde um die Sonne dar ("Ellipse"). Rund 30 Prozent aller Versuchspersonen bezogen sich auf diese Theorie.

- 52: Die Bahn der Erde um die Sonne ist eine Ellipse, und in dieser Jahreszeit ist sie am weitesten von ihr entfernt.
- K 8: Die Sonne steht weiter entfernt, weil die Erde die Sonne in einer Ellipse umkreist.
- K 37: Die Erde nimmt um die Sonne eine Ellipsenbahn ein, und im Sommer ist die Erde näher an der Sonne als im Winter.

Am zweithäufigsten wurde auf den scheinbaren Lauf der Sonne Bezug genommen. Nach den geäußerten Ansichten wandert die Sonne im Dezember in andere Erdteile, wodurch sich die Entfernung zu uns vergrößert und es deshalb kälter wird. Etwa 20 Prozent der Landkinder und rund 10 Prozent der übrigen Versuchspersonen ließen diese Auffassung erkennen ("Entfernung").

- K 50: Da steht die Sonne weiter nördlich, und da haben wir nicht so viel Sonneneinstrahlung. - Wie kommt es, daß es dann kalt wird? - Weil die Sonne weiter entfernt ist.
- 36: Ich meine halt, daß die Sonne in dieser Jahreszeit nicht mehr so stark ist und daß die auf andere Länder weiter nüber geht, nach Süden.
- K 82: Es gibt einen südlichen Wendekreis und einen nördlichen Wendekreis, und wenn es Dezember ist, dann ist die Sonne am südlichen Wendekreis, und dadurch ist es dann bei uns kalt. - Wieso? - Weil da die Sonne weit entfernt ist.

- 80: Weil die Sonne in einem anderen Erdteil praktisch ist, und da ist die Wärme praktisch weg, und da wird es kalt davon.

In der dritten Antwortgruppe ließ sich erstmals der Einfluß schulischer Information direkt aufzeigen, da ein Fünftel der Stadtkinder auf den in ihrer Terminologie "schrägeren" Einfallswinkel der Sonnenstrahlen und der damit verbundenen geringeren Erwärmung unseres Erdteils hinwies.

- K 24: Da scheint die Sonne auf den südlichen Wendekreis. -
Wie kommt es, daß es dann bei uns kalt wird? -
Weil die Strahlen nur ganz flach auffallen. -
Könntest du das etwas näher erklären? - Da wird ein größerer Teil von der Erde beschienen, und wenn sie steil auffallen, dann wird ein kleinerer Teil beschienen, und dann wird's wärmer.
- K 72: Weil die Sonne unten am südlichen Wendekreis ist. -
Wie kommt es, daß es dann bei uns kalt ist? -
Weil die Sonne nicht so steil drauf scheint. -
Wie meinst du das? - Die hat dann nicht so viel Kraft zu strahlen. An Weinhängen, da scheint sie richtig prall drauf, da wird's richtig heiß, und am Nordpol kommen bloß ein paar Strahlen hin. Das langt nicht.

10 "Lupe" - "Wie kommt es, daß man durch ein Vergrößern-
rungsglas Gegenstände vergrößert sieht?"

	Erwachsene								Kinder			
	Anz.in%		davon:						Stadt Anz.in%		Land Anz.in%	
			Stadt Anz.in%		Mittel Anz.in%		Land Anz.in%					
1. Richtiges physik. Prinzip	54	31,6	23	32,0	11	22,9	20	39,3	12	25,0	1	2,0
darunter:												
Blick- winkel	31	18,1	12	16,6	6	12,5	13	25,5	7	14,6		
Brechung	19	11,1	8	11,1	5	10,4	6	11,8				
2. Falsche physik. Prinzipien	7	4,1	3	4,2	2	4,2	2	3,9	2	4,2	2	3,9
3. Keine physik. Prinzipien	97	56,7	41	56,8	29	60,4	27	52,9	34	70,8	47	92,1
darunter:												
Glas	23	13,4	11	15,3	2		10	19,6	6	12,5	22	43,1
Form	64	37,4	27	37,5	23	47,9	14	27,5	22	45,8	19	37,3
4. Nichtnatu- ral. Er- klärungen	-	-							-	-	-	-
5. Keine Erklärung	13	7,6	5	7,0	6	12,5	2	3,9	-	-	1	2,0
Insgesamt	171	100,0	72	100,0	48	100,0	51	100,0	48	100,0	51	100,0
Unterschied der Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungs- gruppen "Land" signifikant auf dem 1 %-Niveau (Chi ² -Test)												

Tabelle 53

Häufigkeitsverteilungen der Antworten der Untersuchungsgruppen zu Frage 10 "Lupe" über fünf qualitative Kategorien

Der bei der qualitativen Analyse gefundene signifikante Unterschied zwischen den Häufigkeitsverteilungen der beiden Untersuchungsgruppen "Land" entspricht dem bei der quantitativen Analyse ermittelten Ergebnis, wonach Erwachsene über deutlich bessere physikalische Konzepte zu dem genannten Fragenkreis verfügen als Landkinder. Der Unterschied zwischen den beiden Häufigkeitsverteilungen beruht darauf, daß rund 40 Prozent der physikalischen Konzepte der Erwachsenen in Kategorie 1 "Richtiges physikalisches Prinzip" eingereiht wurden gegenüber nur 2 Prozent der Landkinder. An diesem Ergebnis ist bemerkenswert, daß die jungen Erwachsenen aus Landgemeinden, obwohl sie vor fünf Jahren die Volksschule verlassen hatten, über adäquatere Konzepte verfügen als die entsprechende Kontrollgruppe der Schüler.

Die häufigste Erklärung besteht darin, daß die Vergrößerung der Lupe auf die Form der Linse zurückgeführt wird.

In den Antworten von etwa 40 Prozent aller Versuchspersonen ist die Form der Linse als Bedingung der Vergrößerung genannt worden, wobei mehr als die Hälfte der Erwachsenen hinzufügte, daß die Linse diese Form durch das Schleifen erhalten habe ("Form").

- K 98: Da ist das Glas wahrscheinlich so geformt, in der Mitte ist es dicker.
- K 107: Die Gläser sind geschliffen, die haben so eine ovale Form. - Wie kommt es, daß sie vergrößern? - Da ist in der Mitte mehr Glas, und das geht an der Seite so rauf. Und dadurch wird's größer.
- 51: Weil da... das ist ein Glas, das gewölbt abgeschliffen ist.
- 16: Ja, ein besonderes Glas ist es, aber... was für eines? Also, in der Mitte ist es jedenfalls stärker, auf beiden Seiten abgerundet, aber wie das kommt... - Was meinen Sie mit 'besonderes Glas'? - Besonders zugeschliffen.

In die an zweiter Stelle stehende Antwortgruppe, die auf die besondere Art des verwendeten Glases hinweist ("Glas"), entfielen zwar 13,4 Prozent der jungen Erwachsenen, doch gehören ihr nur zwei Personen der Versuchsgruppe "Mittel" an. Diese uneinheitliche Verteilung ist auch bei den beiden Kontrollgruppen der Kinder festzustellen. Der Anteil der Stadtkinder an dieser Antwortgruppe beträgt nur 12,5 Prozent, der der Landkinder jedoch 43,1 Prozent.

K 105: Da ist das Glas bestimmt verstärkt durch verschiedene Zusätze, und daher kommt die Vergrößerung.

81: Das ist die Herstellung des Glases. - Wie meinen Sie das? - Da wird irgendwas, ein Zusatzmittel, eingegeben. Ich bin in einer Glasfabrik, da machen wir das auch immer.

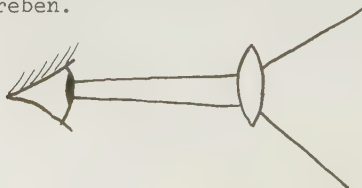
109: Durch das Glas, ist ein Spezialglas. - Wie meinen Sie das? - Ist speziell zum Vergrößern.

K 80: Das ist ein bestimmtes Glas, daß man es größer sieht. - Wie meinst du das? - Das ist kein normales Glas wie Fensterglas.

An dritter Stelle führen etwa 18 Prozent der Erwachsenen und rund 15 Prozent der Stadtkinder die Vergrößerung durch die Lupe auf eine Änderung des Blickwinkels zurück ("Blickwinkel"). Die skizzierten Strahlenverläufe können jedoch nicht zu Abbildungen führen, da sich die von einem Gegenstand ausgehenden Strahlen nicht zu Bildpunkten vereinigen.

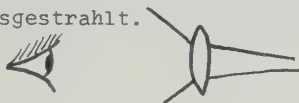
Im einzelnen wurden folgende Arten von Strahlenverläufen erhalten:

Typ 1: Nach dieser Auffassung scheinen die Strahlen vom Auge auszugehen und hinter der Linse auseinanderzustreben.



- 12: Durch die Dicke von dem Glas. Je dicker das Glas, desto größer sieht man es. - Wie kommt es, daß man es größer sieht? - Durch das Glas wird der Strahl, der von der Pupille ausgeht, erweitert.

Typ 2: Bei dieser Erklärungsart werden die von dem Gegenstand kommenden Strahlen durch die Linse divergenter ausgestrahlt.



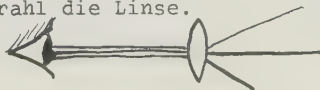
- 141: Das ist... da ist die Linse oval. - Wie kommt es, daß sie dann vergrößert? - Wenn die Strahlen ankommen, dann gehen sie auseinander.

Typ 3: Die ankommenden Lichtstrahlen sammeln sich im Mittelpunkt der Linse und werden divergenter wieder ausgestrahlt.



- 15: Das, was man sieht, wird gebündelt in der Linse und wird auf der anderen Seite genauso ausgestrahlt. Je nachdem der Schliff vom Glas ist, strahlt es weiter aus, sieht man es größer.

Typ 4: Hier werden nach der Auffassung der Versuchspersonen die Lichtstrahlen in der Linse ebenfalls gesammelt, jedoch verläßt nur ein einziger, gebündelter Lichtstrahl die Linse.



- 96: Das ist ein Glas, das ist geschliffen und bündelt dann das... den Ausschnitt, den man sieht. - Können Sie es vielleicht aufzeichnen, wie Sie es meinen? - Das ist so hohl geschliffen, und dann bündeln sich in der Mitte die Strahlen, und dann sieht man es vergrößert.

Auf die Brechung von Lichtstrahlen gingen schließlich rund 11 Prozent der jungen Erwachsenen und nur zwei der Stadtkinder ein. Es traten bei diesen Erklärungen ebenfalls die

oben genannten fünf verschiedenen Typen von Strahlenverläufen auf, die jedoch wegen der geringen Antworthäufigkeiten nicht gesondert dargestellt werden.

K 66: Das hat eine Linse, und die Strahlen werden gebrochen.

148: Das ist durch den Lichteinfall. - Wie meinen Sie das? - Da erscheint es einem vergrößert. - Wie kommt es, daß es einem vergrößert erscheint? - Daß die Lichtstrahlen irgendwie gebrochen werden. Oder vielleicht nicht gebrochen, aber durch normales Glas gehen sie richtig durch, durch Linsen werden sie aber gebrochen.

(3) Zusammenfassung der Ergebnisse der qualitativen Analyse

1. Zwischen den Häufigkeitsverteilungen der Kontrollgruppen der Schüler und denen der jeweils entsprechenden Versuchsgruppen der Erwachsenen wurden nicht generell statistisch bedeutsame Unterschiede ermittelt. Die physikalischen Konzepte der Erwachsenen unterscheiden sich damit nicht in der Wahl anderer qualitativer Kategorien von denen der Kinder.
2. Die statistisch bedeutsamen Unterschiede finden teilweise eine Parallele in den Ergebnissen der quantitativen Analyse. Dadurch können die im Rahmen der quantitativen Analyse ermittelten statistisch signifikanten Unterschiede auf die Wahl anderer Erklärungsprinzipien zurückgeführt werden. Mit signifikanten Differenzen der quantitativen Analyse gingen jedoch nicht stets signifikante Differenzen der qualitativen Analyse einher, wie auch umgekehrt.
3. Obwohl keine generellen Unterschiede zwischen den dreizehnjährigen Schülern und den neunzehnjährigen Erwachsenen aufgefunden werden konnten, zeigte es sich jedoch, daß bei der Hälfte der Antwortgruppen, die den Kategorien 2 "Falsche physikalische Prinzipien" und 3 "Keine physikalische Prinzipien" entsprechen, der Anteil an Kinderantworten wesentlich höher ist, während von den sechs Antwortgruppen der Kategorie 1 "Richtiges physikalisches Prinzip" vier fast ausschließlich von Erwachsenen gebildet werden.
4. Der Anteil der Erwachsenen, der nicht einmal den Versuch einer Erklärung des physikalischen Phänomens unternahm, übersteigt bei fünf der insgesamt dreizehn Fragen die Grenze von 10 Prozent. Die entsprechenden Anteile der Schüler liegen mit

einer Ausnahme bei der Gruppe der Landkinder jeweils darunter.

5. Präkausale Erklärungsweisen im Sinne J. PIAGETS (1951), für die die Kategorie 5 "Nichtnaturalistische Erklärungen" vorgesehen war, wurden sehr selten erhalten.

IV. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegende Arbeit ging von den beiden folgenden gegensätzlichen Auffassungen über die Entwicklung physikalischer Konzepte aus:

- a) Nach J. PIAGET (1951) durchläuft die Entwicklung des kausalen Denkens eine Reihe von Stufen, zeigt sich unbeeinflussbar durch gezielte Informationen, so lange noch nicht die entsprechende Entwicklungsstufe erreicht ist, und mündet in das Denken des Erwachsenen, das durch Objektivität und "wahre Logik" gekennzeichnet ist.
- b) Demgegenüber betonen Autoren wie J. M. DEUTSCHE (1937), I. HUANG (1943) und M. E. OAKES (1945) aufgrund ihrer Befunde statt genetischer Gesichtspunkte die Verfügbarkeit von Informationen. Aussagen von Erwachsenen sind bei Fehlen entsprechender Informationen denen von Kindern vergleichbar.

Aus dem zuletzt Genannten kann die triviale Selbstverständlichkeit abgeleitet werden, daß der Besitz entsprechender Informationen zu adäquaten Aussagen über physikalische Phänomene führt.

Diese Feststellung bildet die allgemeine Hypothese dieser Arbeit, zu deren Überprüfung die Erklärungen von 171 jungen Männern und 99 dreizehnjährigen Schülern über physikalische Phänomene mit der Methode des standardisierten Interviews ermittelt worden sind.

Die weiter abgeleiteten Hypothesen zentrieren sich um drei Bereiche, die mit den jeweiligen Befunden im folgenden zusammengefaßt sind.

1) Physikalische Konzepte und schulische Information

Der Naturlehreunterricht an Volksschulen bemüht sich um die Vermittlung von Kenntnissen aus dem Bereich der Physik. Der Besitz oder das Fehlen schulischer Informationen soll nach den getroffenen Annahmen direkten Einfluß auf den Ausprägungsgrad der Gültigkeit physikalischer Konzepte zeigen.

An einer durch Zufall ausgewählten Stichprobe junger Männer wurde überprüft, ob sie in den Bereichen, über die sie in der Volksschule unterrichtet worden sind, tatsächlich adäquate physikalische Konzepte besitzen.

Als Kontrollgruppe wurden vorwiegend Volksschüler des 7. Jahrgangs gewählt, wodurch der Versuchsgruppe der Erwachsenen Schüler gegenübergestellt werden konnten, die ebenfalls wie jene durch die Schule informiert worden waren beziehungsweise Schüler, die noch keine systematische Information durch die Schule über das betreffende Gebiet erhalten hatten.

Zu diesem Fragenkreis sind folgende Ergebnisse erzielt worden:

1. Bei den untersuchten physikalischen Phänomenen konnte zwischen den physikalischen Konzepten der Erwachsenen und denen der Kinder kein allgemeiner und statistisch bedeutsamer Unterschied hinsichtlich der physikalischen Gültigkeit ermittelt werden.
2. Die physikalischen Konzepte der Erwachsenen unterscheiden sich im allgemeinen auch nicht durch die Wahl anderer qualitativer Kategorien von denen der Schüler.

Berücksichtigt man den Ausbildungsgrad, auf dem sich die Schüler durch den Naturlehreunterricht der Schule befinden (sollten), so wurden folgende Ergebnisse erzielt, die sich aus früher dargelegten Gründen auf die Stadtbe-

völkerung beschränken, jedoch auch für die Landbevölkerung zutreffen dürften:

3. Die physikalischen Konzepte der jungen Männer unterscheiden sich hinsichtlich der physikalischen Gültigkeit nicht von denen der Schüler, die über die betreffenden Phänomene durch die Schule ebenfalls unterrichtet worden sind.
4. Die physikalischen Konzepte der jungen Männer unterscheiden sich in ihrer physikalischen Gültigkeit jedoch auch nicht von denen der Schüler, die über die betreffenden Phänomene durch die Schule noch nicht informiert worden sind.
5. Zwischen den physikalischen Konzepten der Stadtkinder zu Phänomenen, die im Unterricht bereits behandelt beziehungsweise noch nicht behandelt worden sind, ließen sich hinsichtlich der physikalischen Gültigkeit keine statistisch bedeutsamen Unterschiede ermitteln.

Aus diesen Ergebnissen, und unter Berücksichtigung der allgemein niedrigen absoluten Medianwerte der quantitativen Analyse, sowie der im Rahmen der qualitativen Analyse mitgeteilten bevorzugten Erklärungsweisen, kann die Schlußfolgerung gezogen werden, daß ein direkter Einfluß schulischer Information durch den Naturlehreunterricht auf die Entwicklung physikalischer Konzepte in den betreffenden Bereichen mit der angegebenen Methode bei der untersuchten Stichprobe nicht nachzuweisen war.

(2) Zur Intensität schulischer Unterweisung

Die Zusammenfassung der Versuchspersonen nach der Größe ihres Wohnortes und der Gliederung der von ihnen besuchten Schulen war getroffen worden, um Aussagen über

den Einfluß der Intensität schulischer Unterweisung machen zu können.

Hierzu wurden folgende Ergebnisse erhalten:

6. Die physikalischen Konzepte der Stadtkinder erwiesen sich in ihrer physikalischen Gültigkeit allgemein denen der Landkinder überlegen.
7. Dieser Unterschied ließ sich nicht auf die Wahl qualitativ unterschiedlicher Erklärungsprinzipien durch die beiden Gruppen zurückführen.
8. Unter den physikalischen Konzepten der drei Versuchsgruppen der Erwachsenen aus unterschiedlichen sozio-kulturellen Bereichen konnten keine generellen Unterschiede weder in quantitativer noch in qualitativer Hinsicht ermittelt werden.

Die über die Intensität schulischer Unterweisung getroffene Annahme scheint damit bei den Untersuchungsgruppen der Schüler bestätigt worden zu sein, während das Ergebnis der Erwachsenengruppen dieser Annahme nicht entspricht.

(3) Physikalische Konzepte und Familienkonstellation

Autoren wie A. HODGES und B. BALOW (1961), S. SCHOONOVER (1959) und W. ZIELINSKI (1966) konnten einen Zusammenhang zwischen Aspekten des Leistungsverhaltens im Schulalter und bestimmten Familienkonstellationen nachweisen. Die Aufgliederung der Versuchsgruppe der Erwachsenen nach Gesichtspunkten der Theorie der Familienkonstellation W. TOMANS (1965) sollte überprüfen, ob sich auch bei jungen Erwachsenen ein Zusammenhang zwischen bestimmten Familienkonstellationen und dem Ausprägungsgrad der Gültigkeit ihrer physikalischen Konzepte ergibt.

In die folgenden Ergebnisse sind diejenigen mit aufgenommen worden, die bei der, über den reinen Rangplatz in der

Geschwisterreihe hinausgehenden, weiteren Aufgliederung der Gruppe der Erwachsenen statistisch bedeutsame Unterschiede darstellen.

1. Zwischen den physikalischen Konzepten der Einzelkinder, Ältesten und Jüngsten ergaben sich keine Unterschiede von statistischem Belang.
2. Die physikalischen Konzepte mittlerer Kinder erwiesen sich gegenüber denen der Einzelkinder, Ältesten und Jüngsten als signifikant unterlegen.
3. Die physikalischen Konzepte ältester Brüder von Schwestern wurden in statistisch bedeutsamer Weise besser beurteilt als die der ältesten Brüder von Brüdern.
4. Die Konzepte der jüngsten Brüder von Brüdern erwiesen sich in statistisch gesicherter Weise denen der ältesten Brüder von Brüdern überlegen.
5. Personen, die bis zum 14. Lebensjahr den Verlust eines Elternteils erlitten haben, zeigen in der physikalischen Gültigkeit ihrer Konzepte keinen statistisch bedeutsamen Unterschied zu Personen, die keinen derartigen Verlust erlitten hatten.

Die allgemeine Annahme, daß unterschiedliche Geschwisterpositionen einen Zusammenhang mit dem Ausprägungsgrad der Gültigkeit physikalischer Konzepte zeigen, konnte damit bestätigt werden.

Die Hypothese, daß die Konzepte der jüngsten Brüder am schlechtesten beurteilt würden, konnte nicht beibehalten werden. Nach den Ergebnissen entsprechen ihre physikalischen Konzepte denen der Ältesten und Einzelkinder. Dagegen konnte die Annahme, daß die physikalischen

Konzepte mittlerer Brüder durchschnittlich beurteilt würden, insofern bestätigt werden, als sich der Ausprägungsgrad der physikalischen Gültigkeit ihrer Konzepte geringer als der der Ältesten und Einzelkinder erwies.

Die Hypothese, daß die physikalischen Konzepte von Personen mit Verlusten denen von Personen ohne Verluste unterlegen seien, ließ sich mit dem verwendeten Material bei der untersuchten Stichprobe nicht nachweisen.

2. Diskussion der Ergebnisse

(1) Physikalische Konzepte und schulische Information

Nach den Theorien, welche die Entwicklung als Stufenfolge auffassen (R. BERGIUS, 1959), wären Unterschiede zwischen den physikalischen Konzepten der dreizehnjährigen Schüler und denen der neunzehnjährigen jungen Erwachsenen zu erwarten gewesen.

Es konnten jedoch weder in quantitativer noch in qualitativer Hinsicht allgemeine und statistisch bedeutsame Unterschiede zwischen den Konzepten dieser beiden Gruppen ermittelt werden.

In der folgenden Übersicht sind die mittleren Quartilabstände enthalten, die aus den quantitativen Bewertungen aller Antworten jeweils einer Versuchsperson ermittelt wurden. Die hohe Streuung zeigt, daß die jungen Erwachsenen nicht von einem einheitlichen Niveau aus die Fragen beantworteten, sondern daß die jeweilige Frage und die zur Verfügung stehende Information über die Adäquatheit der Beantwortung entschieden.

Mittlerer Quartilabstand						
Median	- 0,49	0,5-0,99	1,0-1,49	1,5-1,99	2,0-	zusammen
0	1	2	1			
1	1	10	3			14
2	35	55	19	4	1	114
3		4	10	11	1	26
4			1	3	2	6
5				1	1	2
6			1	1	2	4
7			1			1
Insgesamt						171

Tabelle 54

Nach den Medianwerten aufgegliederte mittlere Quartilabstände der einzelnen Erwachsenen über die 10 Fragen

Die Theorie der Entwicklung als Stufenfolge erweist sich damit nicht als ein geeignetes Bezugssystem für die Einordnung und Erklärung der Befunde.

Allerdings lassen die erhaltenen Ergebnisse keine Aussage darüber zu, wie sich physikalische Konzepte vor dem dreizehnten Lebensjahr entwickeln, ob in Phasen oder einem "ganz allmählichen Erstarken" (W. METZGER, 1959, S. 436).

Doch auch für eine derart dynamisch orientierte Auffassung ergibt sich kein einheitliches Bild.

Zwar wurde im Rahmen der qualitativen Analyse ermittelt, daß die Erwachsenen bei einzelnen Fragen mehr Erklärungen der ersten Kategorie "Richtiges physikalisches Prinzip" gaben als Kinder, insbesondere bei den Fragen 7 "Regenbogen" und 10 "Lupe", aber gleichzeitig stieg der Anteil der Erwachsenen, der nicht einmal Ansätze zu einem Erklärungsversuch unternahm, bei fünf Fragen auf über 10 Prozent und überstieg damit jeweils den entsprechenden Anteil der Kinder.

Weisen Autoren wie J. M. DEUTSCHE (1937), F. N. JONES und M. G. ARRINGTON (1945) und M. E. OAKES (1945), die in ihren Untersuchungen zu anderen Ergebnissen als J. PIAGET (1951) kamen, darauf hin, daß neben einem gewissen Grad an geistiger Entwicklung vor allem der Besitz entsprechender Informationen entscheidend sei, so zeigt die vorliegende Untersuchung eine weitgehende Nichtbeeinflussung physikalischer Konzepte durch schulische Unterweisung.

Auf diese Erscheinung, wenn auch nicht in so ausgeprägter Form, ist bereits K. ZIETZ (1963) bei seiner Arbeit gestoßen und erklärt sie durch die besondere Art des Denkens in der Vorpubertät.

Ähnlicher Auffassung sind auch M. LAURENDEAU und A. PINARD (1962, S. 260), wenn sie in Übereinstimmung mit J. PIAGET dem Einfluß gezielter Information auf die

Entwicklung physikalischer Konzepte geringen Einfluß zubilligen, aber nur so lange, als das Kind noch nicht die entsprechenden Assimilationsschemata entwickelt hat. Im Gegensatz zu K. ZIETZ (1963) kamen sie aufgrund ihrer Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß diese Schemata etwa ab dem 12. Lebensjahr zur Verfügung stünden (M. LAURENDEAU und A. PINARD, 1962, S. 249), so daß präkausale Erklärungen immer mehr zurückträten. Damit kann in den siebten und achten Klassen der Volksschule die Ineffektivität schulischer Information nicht darauf zurückgeführt werden, daß die Kinder in ihrer psychischen Entwicklung noch nicht entsprechend weit fortgeschritten seien.

Es ergibt sich daraus die Schlußfolgerung, daß wohl in der Form und Art der Übermittlung von Informationen die Erklärung für die Ineffektivität schulischer Unterweisung zu suchen ist.

Gehört diese Fragestellung auch nicht mehr dem Gegenstandsbereich der Psychologie an, sondern zum Aufgabengebiet einer Didaktik der Naturwissenschaften, so soll trotzdem auf einige Aspekte hingewiesen werden, die sich im Laufe der Untersuchung ergaben und die bei didaktischen Überlegungen Bedeutung erlangen können.

a) Die untersuchten Schüler im Alter von dreizehn Jahren zeigten ziemlich übereinstimmend, und weitgehend unabhängig von schulischer Unterweisung, Auffassungen über physikalische Phänomene, die den Erkenntnissen der Physik nicht entsprechen. Den Ausführungen von K. ZIETZ (1963) kann nun nicht zugestimmt werden, daß es sich dabei um "kindliche Auffassungen" handelt, "die das Kind beschreiben muß, um über sie auf seine Weise zur sachgerechten Auffassung der Dinge zu kommen" (K. ZIETZ, 1963, S. 13). Denn eine "sachgerechte Auffassung der Dinge" war auch

bei der untersuchten Stichprobe der jungen Erwachsenen nicht festzustellen, sondern eine bemerkenswerte Permanenz dieser "kindlichen" Auffassungen. Die Bezeichnung "kindlich" ist aber insofern irreführend, da nach den Ergebnissen der Untersuchung derartige Theorien nicht ausschließlich von Kindern vertreten werden, sondern die Auffassungen der Erwachsenen aus der sozialen Umwelt der Kinder darstellen.

Die Folgerung G. G. THOMPSONs, die er im Zusammenhang mit der Entwicklung animistischer Konzepte gezogen hat, entspricht auch dem vorliegenden Befund, wonach "die Konzepte der Kinder denen der Erwachsenen ihrer sozialen Umgebung immer ähnlicher werden als Ergebnis der Interaktion von Reifung und Lernen" (G. G. THOMPSON, 1962, S. 342). Mit Lernen meint dabei G. G. THOMPSON nicht allein das schulische Lernen, sondern nach E. R. HILGARD (1958, S. 3) einen "Prozeß, durch den eine Aktivität über ein Reagieren auf eine angetroffene Situation begründet oder verändert wird, vorausgesetzt, daß die Eigenheiten der Veränderung nicht aufgrund angeborener Reaktionstendenzen, Reifung oder vorübergehender Organismuszustände (z. B. Ermüdung, Drogen usw.) erklärt werden können". (Deutsche Übersetzung nach J. DREVER und W. D. FRÖHLICH, 1968, S. 144)

Bei den Bemühungen der Schule um die Entwicklung adäquater physikalischer Konzepte müssen deshalb noch stärker als bisher die von den Kindern bereits erworbenen Erklärungen berücksichtigt werden. K. ZIETZ schlägt vor, "auf solche Gedanken und Auffassungsweisen ein(zu)gehen und sie zum mindesten als Anknüpfungspunkte für die weitere Entwicklung (zu) nutzen" (K. ZIETZ, 1963, S. 14).

Unter Berücksichtigung der bei der Stichprobe der jungen Erwachsenen erzielten Ergebnisse scheint es angebracht, die von K. ZIETZ vorgeschlagene Methode konsequent wei-

terzuverfolgen und systematisch bei jedem Phänomen die Erklärung, die die Physik dazu gibt, den Erklärungsweisen der Schüler und Erwachsenen gegenüberzustellen und zu diskutieren. Denn die bisher übliche Beschränkung auf die Vermittlung der Erklärungen der Physik erweist sich für die Entwicklung adäquater physikalischer Konzepte nicht als ausreichend. Die dargestellten bevorzugten Erklärungsweisen der Erwachsenen und Schüler können Ausgangspunkte für derartige Diskussionen bilden.

b) Ferner wäre der Unterrichtsstoff daraufhin zu überprüfen, ob nicht durch seine Verteilung auf einzelne Jahrgänge oder bei seiner Übermittlung falsche physikalische Konzepte der Kinder durch den Lehrer unbeabsichtigt bestätigt werden. Zum Beispiel sehen die Richtlinien von 1963 für den fünften Jahrgang die Behandlung des scheinbaren Laufes der Sonne vor, und erst für den siebten Jahrgang die wirkliche Bewegung der Erde. Da nun ein Großteil der Kinder der Auffassung ist, daß der Winter durch die wachsende Entfernung zwischen Erde und Sonne bedingt sei, finden sie - wie in einer Klasse festgestellt werden konnte - ihre Anschauung durch den Lehrer indirekt bestätigt, wenn bei der Behandlung der Wendekreise erklärt wird, daß die Sonne im Winter über dem südlichen Wendekreis stehe:

K 82: Es gibt einen südlichen Wendekreis und einen nördlichen, und wenn es Dezember ist, dann ist die Sonne am südlichen Wendekreis, und dadurch ist es dann bei uns kalt. - Wieso? - Weil da die Sonne weit entfernt ist.

c) Außerdem scheinen zum Teil die den Schülern zugänglichen Informationsquellen die inadäquaten Auffassungen zu bestätigen. So wird im Planetarium von Nürnberg bei der Erklärung der Entstehung der Jahreszeiten ein Diapositiv projiziert, das, zwar mit entsprechender Erklärung, dennoch die Bahn der Erde um die Sonne als Ellipse zeigt.

In Prospekten über optische Geräte, zum Beispiel Fotoapparate, werden häufig Linsensysteme abgebildet, die aus mehreren Linsen bestehen:

- 74: Beim Vergrößerungsglas wird es mehrere Glasschichten geben, die aufeinanderliegen und gewölbt sind.

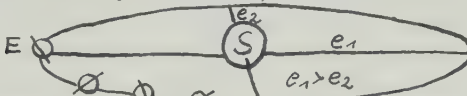
Derartige Einflüsse auf die Entwicklung physikalischer Konzepte sollten bei didaktischen Überlegungen mehr berücksichtigt werden. Ob dadurch die Schule besser zur Bildung adäquater physikalischer Konzepte als bisher beitragen kann, ließe sich dann durch entsprechende empirische Untersuchungen beantworten.

Die These, daß nicht primär der Entwicklungsstand, sondern die Verfügbarkeit entsprechender Informationen über die Gültigkeit physikalischer Konzepte entscheidet, wird auch durch folgende Kontrollgruppe bestätigt, deren Ergebnisse jedoch nicht in dieser Arbeit verwendet wurden:

50 Studenten und 50 Studentinnen an der Pädagogischen Hochschule Nürnberg wurden die gleichen Fragen in Form eines Fragebogens zur schriftlichen Beantwortung vorgelegt. Bei Durchsicht der beantworteten Fragebogen zeigte sich, daß ein wesentlich höherer Prozentsatz als bei der Stichprobe der Volksschüler und Volksschulabsolventen die einzelnen Fragen richtig beantwortet hatte. Die Abiturienten griffen jedoch bei den übrigen Erklärungen auf die gleichen Prinzipien zurück wie die Kinder, wenn sie auch mehr fachspezifische Termini verwendeten und auf andere Konzepte Bezug nahmen, wie folgende Antwort auf die Frage 9 "Winter" zeigt:

- A 12: Die Erde führt neben der Drehung um die Sonne, die jeweils ein Jahr dauert und neben der Bewegung um die eigene Achse, die Tag und Nacht bedingt, eine kegelmantelförmige Bewegung um die Achsenhälften aus; d. h. die beiden Erd-

achsenhälften bewegen sich auf zwei Kegelmänteln, die aufeinander stehen und deren Spitzen der Erdmittelpunkt ist. Die Bewegung dauert ein Jahr und bedingt so die Jahreszeiten, da sich je nach Neigung der Erdachse zur Sonnenäquatorebene ein Teil der Erdoberfläche der Sonne abgewendet, ein Teil der Sonne zugewendet ist. Die beiden Wendemarken sind durch den Wendekreis "markiert". Im Dezember ist bei uns die Stellung erreicht, bei der die Oberfläche der Sonne abgewandt ist. Entfernung der Erde von der Sonne maximal (Ellipse).
(Hervorhebungen von mir)



Damit vermochten die Abiturienten weder aufgrund ihres höheren Entwicklungsstandes noch aufgrund des besuchten Physikunterrichts an den Gymnasien die den Volksschülern gestellten Fragen stets richtig zu beantworten oder bei abweichenden Erklärungen wenigstens solche Antworten zu geben, die denen der Volksschüler in der Bezugnahme auf entsprechende physikalische Prinzipien überlegen gewesen wären.

Es ließe sich nun der Einwand erheben, daß die gestellten Fragen einen "schlechten Test" darstellen würden, der nicht genügend zwischen den Volksschülern und den jungen Erwachsenen differenziere.

Damit ist das Problem der Validität der gestellten Fragen angeschnitten. Wie bei zahlreichen anderen Tests (G. A. LIENERT, 1967, S. 53), so kann auch hier nicht auf die Korrelation mit einem geeigneten Außenkriterium verwiesen, sondern nur auf die "logische Gültigkeit" der gestellten Fragen eingegangen werden.

Die logische Gültigkeit der gestellten Fragen wird darin gesehen, daß sie dem Niveau des Naturlehreunterrichts der Volksschule entsprechen und dort behandelte zentrale Themen darstellen.

Als Entscheidungskriterien wurden die Vorschläge des Bildungsplanes von 1955 und die Richtlinien von 1963 herangezogen.

Die entsprechenden Auszüge sind im Anhang beigelegt. Geben dabei die Richtlinien von 1963 nur die entsprechenden physikalischen Begriffe, so setzt der Bildungsplan von 1955 in den einzelnen Gebieten der Physik Schwerpunkte in Form bestimmter Themenvorschläge, die einem großen Teil der gestellten Fragen entsprechen.

Damit dürfte die logische Gültigkeit der Fragen hinreichend erwiesen sein - abgesehen davon, daß manche dieser Fragen wie zum Beispiel die Fragen 3 "Wind", 4 "Schiff" oder 8 "Magnet" zu den Standardfragen einschlägiger Untersuchungen gehören (J. PIAGET, 1951, A. BANHOLZER, 1936, W. JAIDE, 1954, u. a.).

Auf die zwischen den Fragen 1 "Blitz" und 1 "Donner"; 2 "Astronauten"; 5 "Dynamo" und 6 "E-Motor" bestehenden Zusammenhänge wurde in dieser Arbeit nicht eingegangen, da Aussagen über Reversibilität im Sinne J. PIAGETs (1948) und der Folgerichtigkeit der Argumentation den abgesteckten Rahmen überschritten hätten.

Aus den dargestellten Ergebnissen und den bei manchen Fragen der Tendenz nach feststellbaren Unterschieden zwischen den physikalischen Konzepten der Schüler und denen der jungen Erwachsenen ergibt sich die Frage nach den physikalischen Konzepten in höheren Lebensaltern. Die Schwierigkeit derartiger Untersuchungen dürfte jedoch im Zugang zu repräsentativen und genügend umfangreichen Stichproben liegen.

Ebenso wäre anhand des gleichen Materials zu überprüfen, welche Auffassungen jüngere Kinder über die fraglichen Phänomene besitzen, insbesondere ob sie präkausale Antworten im Sinne PIAGETs zeigen.

Weiterhin wäre zu untersuchen, ab welchem Lebensalter die Kinder den Erwachsenen vergleichbare physikalische Konzepte besitzen, und wie Kinder bei der Entwicklung adäquater physikalischer Konzepte unterstützt werden können. Dabei wären auch die, in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigten, formalen Aspekte mit einzubeziehen, und die Stichprobe auf Mädchen auszuweiten.

Da R. W. POHL (1962, S. 26) ausführt, daß in den Gleichungen der Physik Ursache und Wirkung nicht auftreten, und daß man von jeder Kraft nur Stärke, Richtung und Angriffspunkt, aber nie ihre Ursache bestimmen könne, wäre das Problem der Kausalität im Verhältnis zu den Auffassungen der Kinder und jungen Erwachsenen zu diskutieren.

(2) Zur Intensität schulischer Unterweisung

Nach den ermittelten Ergebnissen besitzen die Stadtkinder signifikant bessere physikalische Konzepte als die Landkinder. Dieser Befund scheint darauf hinzuweisen, daß ausgebaute Schulen besser als wenig gegliederte Landschulen geeignet sind, Informationen zu vermitteln.

Da aber ein direkter Einfluß des Naturlehreunterrichts auf die Entwicklung physikalischer Konzepte bei der Gruppe der Stadtbevölkerung nicht nachzuweisen war, dürfte die Intensität schulischer Unterweisung alleine nicht zur Erklärung des bei den Schülern erhaltenen Ergebnisses ausreichen. Es wären dann bei den Erwachsenengruppen ebenfalls Unterschiede zu erwarten, die jedoch nicht nachgewiesen werden konnten.

Die Ergebnisse scheinen sich vielmehr nach H. ROTH (1969) durch unterschiedliche soziologische Zusammensetzung der Untersuchungsgruppen erklären zu lassen, da das in den einzelnen Schichten spezifische Familienmilieu sich hemmend oder fördernd auf die Entwicklung, hier der physikalischen Konzepte, auswirke.

Die Überlegenheit der Gruppe der Stadtkinder über die Gruppe der Landkinder könnte nun darauf zurückgeführt werden, daß Kinder aus sozial besser eingestuften Schichten noch siebte Klassen der Stadtschulen besuchen und die nach diesem Jahrgang gegebenen Möglichkeiten des Besuches weiterführender Schulen nutzen. Nach J. KOB (1963) korreliert der erstrebte Grad des Ausbildungsniveaus der Kinder mit der Stellung der Väter in der Berufshierarchie, und nach H.-J. KNEBEL (1961) führt das höhere Schulziel des Elternhauses gleichzeitig zu einer Leistungsaktivierung.

Für die Gruppe der jungen Erwachsenen gilt, daß in der Versuchsgruppe "Stadt" aufgrund des Auswahlkriteriums

(abgeschlossene Volksschule, keine weiterführende Schule) kaum mehr Angehörige dieser Gruppen enthalten sind und daß wohl deshalb die physikalischen Konzepte der jungen Erwachsenen aus Großstädten denen der Erwachsenen aus Landgemeinden entsprechen.

In beiden Gruppen sind vorwiegend Arbeiter und Landwirte vertreten, die nach H. G. PEISERT (1967) an weiterführenden Schulen unterrepräsentiert sind, wobei sich zeigt, daß der Besuch weiterführender Schulen im umgekehrten Verhältnis zum Anteil der bäuerlichen Berufsgruppe an der jeweiligen Bevölkerung steht.

Damit scheinen sich die Ergebnisse weniger auf die durch die Schulgliederung bedingte unterschiedliche Intensität schulischer Unterweisung zurückführen zu lassen, sondern auf die Zugehörigkeit zu bestimmten sozialen Schichten. Die Ermittlung des Anteils dieser beiden Bedingungen an der Gesamtvarianz hätten spätere Untersuchungen zu ermitteln.

(3) Physikalische Konzepte und Familienkonstellation

Der Diskussion der Ergebnisse über den Zusammenhang von Familienkonstellation und der Gültigkeit physikalischer Konzepte ist vor auszuschicken, daß die Methode des Einzelinterviews den relativ kleinen Stichprobenumfang von 171 jungen Erwachsenen bedingte. Der Schwerpunkt der Darstellung wurde deshalb auf die Positionen des Ältesten, Mittleren, Jüngsten und des Einzelkindes gelegt und weitere Gruppierungen nur nach dem Geschlecht der Geschwister vorgenommen. Die Anzahl der Geschwister blieb hingegen unberücksichtigt.

Aus dem Nürnberger Raum liegt die Dissertation von W. ZIELINSKI vor, der 1964 dem Zusammenhang zwischen "Schulleistung, Intelligenz und Familienkonstellation", so der Titel, nachgegangen ist. Da die Versuchspersonen dieser Untersuchung dem gleichen sozio-kulturellen Bereich entstammen wie ein großer Teil der eigenen Stichprobe, wird bei der Diskussion der eigenen Ergebnisse jeweils auf die entsprechenden Ergebnisse W. ZIELINSKIs verwiesen.

Die physikalischen Konzepte der Einzelkinder, ältesten und jüngsten Brüder wiesen keine Unterschiede von statistischem Belang auf, während sich die der mittleren Brüder ihnen deutlich unterlegen zeigten.

Keine einschlägige Untersuchung berichtet von einer derartigen Entsprechung von Einzelkindern, Ältesten und Jüngsten, sondern es wurde die Überlegenheit bestimmter Positionen, so die des Ältesten bei A. BUSEMANN (1928), J. K. LASKO (1954), R. VUYK (1961) und Ch. McARTHUR (1956) ermittelt, oder die des Einzelkindes bei R. B. GUILFORD und D. A. WORCESTER (1930) und bei J. H. S. BOSSARD (1953), wobei Ch. McARTHUR Ähnlichkeiten zwischen dem Ältesten und dem Einzelkind feststellte.

Alleine W. ZIELINSKI kam zu einem dem obigen vergleichbaren Ergebnis, wenn er feststellt: "Zwischen Einzelkindern, ältesten, mittleren und jüngsten Geschwistern ergaben sich keine statistisch bedeutsamen Unterschiede" (W. ZIELINSKI, 1966, S. 82). Nach seinen Angaben tendieren dabei die Einzelkinder zu leicht überdurchschnittlichen Leistungen, während die von ihm gefundene Tendenz zu unterdurchschnittlichen Leistungen der mittleren Geschwister sich bei der Gruppe der jungen Erwachsenen als statistisch bedeutsamer Unterschied erwies. Allerdings berichtet er von einer gegenläufigen Tendenz, wenn ausschließlich die Geschwisterpositionen der Knaben berücksichtigt werden (W. ZIELINSKI, 1966, S. 83).

Die von den Autoren gegebenen Erklärungen, wonach die Kinder in den Positionen der Ältesten oder des Einzelkindes stärker an den Erwachsenen orientiert und deshalb ihren übrigen Geschwistern überlegen seien, sind nur zur Erklärung von Unterschieden zwischen Geschwisterpositionen geeignet, aber nicht für die gefundenen Übereinstimmungen.

Es lassen sich jedoch die ermittelten Ergebnisse widerspruchsfrei in die Theorie der Familienkonstellation nach W. TOMAN (1965) einordnen: die ältesten Kinder können sich zwar besser mit einem Elternteil identifizieren, die jüngsten haben jedoch mehr Zeit dazu. Einzelkinder sind andererseits mit ältesten Brüdern vergleichbar, da sie als potentielle Senioren betrachtet werden können, denen jüngere Geschwister versagt geblieben sind.

Die signifikant schlechteren Leistungen der mittleren Brüder könnten auf eine gewisse Unsicherheit zurückgeführt werden, die sich nach W. TOMAN (1965) aus der möglichen Interferenz des vorherrschenden Charakterbildes des Ältesten oder Jüngsten mit dem gegenteiligen ergibt.

Zum anderen sei auf die mit dieser Position notwendig verbundene höhere Geschwisterzahl verwiesen, die zu einer geringeren Zuwendung der Eltern zum einzelnen Kind führt (A. ANASTASI, 1956).

Ob mittlere Geschwister dabei häufiger aus schlechterem sozialen Milieu stammen, wie aus den Ergebnissen von H. ROTH u. a. (1969) abzuleiten ist, ließ sich aus dem Beruf des Vaters alleine nicht erschließen. Durch das Kriterium des ausschließlichen Volksschulbesuches stammt der überwiegende Teil der jungen Erwachsenen aus Arbeiterkreisen. Es wären deshalb detailliertere Angaben nötig, die sich auf mehrere Merkmale beziehen, zum Beispiel Typ des Wohnhauses und Wohngegend, wie im "Index of Status Characteristics" (ISC) von W. L. WARNER (1942) oder dem "Index of Social Position" (ISP) von A. B. HOLLINGHEAD (1958).

Die Frage, ob sich die Unterlegenheit der physikalischen Konzepte der Landkinder im Vergleich zu denen der Stadtkinder darauf zurückführen läßt, daß in der Gruppe der Landkinder mehr mittlere Geschwister als in der Vergleichsgruppe enthalten waren, kann wegen der, bei der Kontrollgruppe der Schüler unterlassenen Erhebung von Daten zur Familienkonstellation, nicht entschieden werden.

Nach einer privaten Mitteilung von Professor Toman wurde im Rahmen des Forschungsprojekts der Familienkonstellation ein dem eigenen vergleichbares Ergebnis erzielt: in 12 Jahrgängen des Magazins "Time" von 1957 bis einschließlich 1968 erwiesen sich mittlere Geschwister signifikant unterrepräsentiert.

Bei der unter Berücksichtigung des Geschlechts der Geschwister weiter vorgenommenen Aufgliederung wurde das Ergebnis, daß älteste Brüder von Schwestern signifikant bessere physikalische Konzepte besitzen als älteste Brüder von Brüdern, von ZIELINSKI der Tendenz nach bestätigt (W. ZIELINSKI, 1966, S. 83). Zur Erklärung dieses Ergebnisses kann auf die Ausführungen von H. L. KOCH (1954, 1955) und W. TOMAN (1968) verwiesen werden, die auf die zwischen Brüdern bestehende Konkurrenz hinweisen, die zwischen Geschwistern unterschiedlichen Geschlechts nicht in dieser Art gegeben ist.

Ergab die eigene Untersuchung, daß sich die Konzepte der jüngsten Brüder von Brüdern denen der ältesten Brüder von Brüdern eindeutig überlegen zeigen, so kam W. ZIELINSKI unter Beschränkung auf die Zweikinderfamilie zu einer gegenläufigen Tendenz. Auch bei der Gruppe der Personen mit Verlusten wurden nicht gleiche Ergebnisse erzielt. Nach W. ZIELINSKI wurden Kinder, die ein Elternteil durch Tod oder Scheidung verloren hatten, signifikant schlechter benotet als die Vergleichsgruppe. Dagegen konnte bei den jungen Erwachsenen keine derartige Unterlegenheit der physikalischen Konzepte dieser Gruppe festgestellt werden.

Diese beiden letztgenannten Ergebnisse widersprechen sich jedoch nicht, wenn sie im Rahmen der Theorie der Familienkonstellation gesehen werden. Nach W. TOMAN (1965) erweisen sich Verluste von Familienangehörigen von um so stärkerer negativer Wirkung, je früher sie erlitten werden und je kürzer sie zurückliegen. Wird den Verlusten, die bis zum sechsten Lebensjahr erlitten wurden, eine besonders gravierende Wirkung zugeschrieben, so zeigen diese auf die zehnjährigen Versuchspersonen W. ZIELINSKIs eine wesentlich stärkere Auswirkung als auf die neunzehnjährigen jungen Erwachsenen. Diese hatten

im Vergleich zu den Kindern neun Jahre mehr Zeit gehabt, sich mit der Wirkung des erlittenen Verlustes auseinanderzusetzen, und aus den Ergebnissen kann geschlossen werden, daß diese jungen Erwachsenen - wenn auch verspätet - die physikalischen Konzepte ihrer sozialen Umgebung übernommen haben.

Die weiteren abweichenden Ergebnisse zur Arbeit von W. ZIELINSKI, insbesondere auch die bei der eigenen Untersuchung statistisch nicht bedeutsamen Unterschiede bei Geschwisterpositionen, zwischen denen er bestimmte Tendenzen ermittelt hatte, lassen sich auf die unterschiedliche Zusammensetzung der beiden Stichproben zurückführen. Die von W. ZIELINSKI untersuchten Kinder befanden sich im vierten Schülerjahrgang, und damit waren in dieser Stichprobe auch alle die Kinder enthalten, die später weiterführende Schulen besuchten. Neben Auswirkungen auf das Intelligenzniveau ist dadurch auch eine andere Verteilung des sozio-ökonomischen Status der Familie gegeben (H. ROTH, 1969), die sich stärker von der Verteilung der jungen Erwachsenen unterscheiden dürfte als die der dreizehnjährigen Schüler.

Allgemein scheinen sich jedoch nach W. TOMAN (1965, S. 235) die Unterschiede zu W. ZIELINSKI und auch zu den angeführten Arbeiten wie zum Beispiel zu denen von J. K. LASKO (1954), R. VUYK (1961) und J. H. S. BOSSARD (1953) darauf zurückführen zu lassen, daß die genannten Autoren vorwiegend Kinder und ihre "vorläufigen Charaktereigenschaften" und nicht Jugendliche oder Erwachsene untersuchten. Beim Vergleich mit den Ergebnissen anderer Erwachsenenengruppen, die häufig Studenten sein dürften oder bestimmten Kriterien entsprechen, wie zum Beispiel Erwachsene, die psychologische Beratungsstellen aufsuchen, ist der für Volksschulabgänger repräsentative Charakter der untersuchten Stichprobe hervorzuheben.

Zur Theorie der Familienkonstellation konnten relativ wenige Ergebnisse beigetragen werden, da sich die Stichprobe der jungen Erwachsenen ausschließlich auf männliche Versuchspersonen beschränkte. Durch die Einbeziehung weiblicher Versuchspersonen ergäben sich weitere Vergleichsmöglichkeiten. Eine umfangreichere Stichprobe böte außerdem die Möglichkeit, die Familienkonstellation der Eltern mit zu berücksichtigen und weitere Aufgliederungen, so in den Gruppen der mittleren Brüder oder der Einzelkinder, vorzunehmen.

Von großer Bedeutung scheinen dabei die Interdependenzen zu sein, die zwischen den Bereichen der schulischen Information, der Zugehörigkeit zu unterschiedlichen sozialen Schichten und bestimmten Familienkonstellationen bestehen.

3. Schlußzusammenfassung

Die Hypothese, daß weniger das Entwicklungsniveau als der Besitz entsprechender Informationen entscheidend für adäquate physikalische Konzepte sei, wurde an einer Stichprobe von 171 neunzehnjährigen Volksschulabsolventen überprüft. Die Kontrollgruppe bestand aus 99 dreizehnjährigen Volksschülern.

Die Ergebnisse zentrieren sich um folgende drei Schwerpunkte:

1. Die physikalischen Konzepte der jungen Erwachsenen entsprachen in quantitativer und qualitativer Hinsicht denen der dreizehnjährigen Schüler. Ein direkter Einfluß schulischer Information war nicht nachzuweisen.
2. Unterschiede zwischen den Schülergruppen scheinen sich weniger auf die, durch die Schulgliederung bedingte, geringere Intensität schulischer Information, sondern auf die Zugehörigkeit der Schüler zu unterschiedlichen sozialen Gruppen zurückführen zu lassen.
3. Es konnte ein Zusammenhang zwischen bestimmten Familienkonstellationen nach W. TOMAN (1965) und dem Ausprägungsgrad der physikalischen Gültigkeit der Konzepte der jungen Erwachsenen ermittelt werden.

Die Ergebnisse wurden diskutiert und auf offene Fragen hingewiesen. Für die Entwicklung adäquater physikalischer Konzepte ist der schulische Unterricht in den Naturwissenschaften wesentlich, doch scheint nach den vorliegenden Ergebnissen eine Änderung in der Methode notwendig zu sein.

LITERATURVERZEICHNIS

- Abel, Th. M. Unsynthetic modes of thinking among adults: A discussion of Piaget's concepts.
Amer. J. Psychol., 44, 1932, 123 - 132
- Anastasi, A. Intelligence and family size. Psychol. Bulletin, 1956, 187 ff.
- Ausubel, D. P. und Schiff, H. M. The effect of incidental and experimentally induced experience in the learning of relevant and irrelevant causal relationships by children.
J. genet. Psychol., 84, 1954, 109 - 123
- Banholzer, A. Die Auffassung physikalischer Sachverhalte im Schulalter. Dissertation, Tübingen, 1936
- Bell, C. R. Additional data on animistic thinking. Sci. Mon., 79, 1954, 67 - 69
- Bergius, R. Entwicklung als Stufenfolge. In: Thomae, H. (Hrsg.): Handbuch der Psychologie, Band 3, Entwicklungspsychologie. Göttingen, 1959, 104 - 195
- Bossard, J. H. S. Parent and child. Univers. Pennsylvania Press, 1953, zit. n. Hurlock, E. B., Developmental Psychology, New York, 1953, S. 160
- Bruce, M. Animism vs. evolution of the concept "alive". J. Psychol., 12, 1941, 81 - 90
- Busemann, A. Geschwisterschaft, Schultüchtigkeit und Charakter. Z. f. Ki. Fo., 34, 1928, 1 - 52
- Butschek, R. und Hofmeister, E. Wir erforschen die Naturgesetze. Lehrerhandbuch, 1., 2. und 3. Teil, Freising, 1961
- Clauss, G. Zur Methodik von Schätzskalen in der empirischen Forschung. Z. Probleme und Ergebnisse der Psychologie, 26, 1968, 7 - 54
- Deutsche, J. M. The development of children's concepts of causal relations. Minneapolis 1937
- Deutsche, J. M. The development of children's concepts of causal relations. In: Barker-Kounin, Child Behavior and Development, New York and London, 1943

- Dennis, W. Piaget's questions applied to a child of known environment. J. genet. Psychol., 60, 1942, 307 - 320
- Dennis, W. Animism and related tendencies in Hopi children. J. abnorm. soc. Psychol., 38, 1943, 21 - 36
- Dennis, W. und Mallinger, B. Animism and related tendencies in senescence. J. Geront., 4, 1949, 218 - 221
- Dennis, W. und Russel, R. W. Piaget's questions applied to Zuni children. Child Developm., 11, 1940, 181 - 187
- Drever, J. und Fröhlich, W. D. Wörterbuch zur Psychologie. Deutscher Taschenbuch Verlag, München, 1968
- Flavell, J. H. The developmental psychology of J. Piaget. Princeton, N. J., 1963
- Flik, G. Wehrpsychologische Eignungsprüfungen; im besonderen Eignungs- und Verwendungsprüfungen bei der Musterung. Z. Bundeswehrverwaltung (BWV), 1965, 1, 1 - 3 und 2, 37 - 41
- Geipel, R. Sozialräumliche Strukturen im Bildungswesen. Frankfurt a. M., 1965
- Grigsby, O. J. An experimental study of the development of concepts of relationship in preschool children as evidenced by their expressive ability. J. exp. Educ., 1, 1932, 144 - 162
- Guilford, R. B. und Worcester, D. A. A comparative study of the only and non-only child. J. genet. Psychol., 38, 1930, 411 - 426
- Hartley, E. L. und Hartley, R. E. Die Grundlagen der Sozialpsychologie. Berlin, 1955
- Havighurst, R. J. u. Neugarten, B. L. Belief in immanent justice and animism. In: Havighurst, R. J. (Hrsg.): American indian and white children: a socio-psychological investigation. Chicago, 1955
- Hazlitt, V. Children's thinking. Brit. J. Psychol., 20, 1930, 354 - 361
- Hilgard, E. R. Theories of learning. London, 1958, 2. Aufl.

- Hodges, A. und
Balow, B. Learning disability in relation to family constellation. J. educ. Res., 55, 1961, 41 - 42
- Hofstätter, P. R. Sozialpsychologie. Berlin, 1956, Sammlung Götschen, Bd. 104/104 a
- Hofstätter, P. R. u.
Wendt, D. Quantitative Methoden der Psychologie. München, 1966
- Hollinghead, A. B. u.
Redlich, F. C. Social class and mental illness. New York, 1958, zit. n. Rolff, H.-G., Sozialisation und Auslese durch die Schule. Heidelberg, 1967, S. 30
- Huang, I. Children's explanations of strange phenomena. Psychol. Forsch., 14, 1930, 63 - 182
- Huang, I. Children's concepts of physical causality: a critical summary. J. genet. Psychol., 63, 1943, 71 - 121
- Huang, I. und
Lee, H. W. Experimental analysis of child animism. J. genet. Psychol., 66, 1945, 69 - 74
- Huang, I., Yang, H.C.
und Yao, F. Y. Principles of selection in children's "phenomenistic" explanations. J. genet. Psychol., 1945, 66, 63 - 68
- Inhelder, B. und
Matalon, B. The study of problem solving and thinking. In: Mussen, P. H. (Hrsg.): Handbook of research methods in child development. New York, 1967, 4. Aufl.
- Isaacs, S. Intellectual growth in young children. New York, 1966, 1. Paperback edition
- Jahoda, G. Child animism: I. A critical survey of cross-cultural research. J. soc. Psychol., 47, 1958 a, 197 - 213
- Jahoda, G. Child animism: II. A study in West Africa. J. soc. Psychol., 47, 1958 b, 213 - 222
- Jaide, W. Über die Entwicklung des kindlichen Verständnisses für Natur und Technik. Schule und Psychologie, 1, 1954, 78 - 88
- Johnson, D. M. The psychology of thought and judgment. New York, 1955

- Johnson, E. C. und Josey, C. C. A note on the development of thought, forms of children as described by Piaget. J. abnorm. soc. Psychol., 26, 1931, 338 - 339
- Jones, F. N. und Arrington, M. G. The explanations of physical phenomena given by white and negro children. Comp. Psychol. Monogr., 18, 1945, Nr. 5
- Kalhorn, J. Mental test performance of siblings. Amer. Psychol., 3, 1948, 265
- Kaminski, G. Ordnungsstrukturen und Ordnungsprozesse. In: Bergius, R. (Hrsg.): Handbuch der Psychologie, 1. Band, Allgemeine Psychologie, 2. Halbband, Göttingen, 1964
- King, W. H. The development of scientific concepts in children. Brit. J. educ. Psychol., 31, 1961, 1 - 20
- King, W. H. The development of scientific concepts in children: II. Brit. J. educ. Psychol., 33, 1963, 240 - 252
- Klingberg, G. The distinction between living and not living among 7- to 10-year-old children, with some remarks concerning the so-called animism controversy. J. genet. Psychol., 90, 1957, 227 - 238
- Klingensmith, S. W. Child animism: what the child means by "alive". Child Developm., 24, 1953, 51 - 61
- Knebel, H.-J. Die soziale Dimension der Begabung. Soziale Welt, 1961, 21 - 30
- Kob, J. Erziehung in Elternhaus und Schule. Stuttgart, 1963
- Koch, H. L. The relation of primary mental abilities in five and six-year olds to sex of child and characteristics of his sibling. Child Developm., 25, 1954, 209 - 223
- Koch, H. L. Some personality correlates of sex, sibling position and sex of sibling among five- and six-year old children. Genet. Psychol. Monogr., 52, 1955, 3 - 50
- Krumboltz, H. B. und Krumboltz, J. D. Birth rank and family size: relationship to certain qualifications of prospective leaders. J. teach. educ., 9, 1958, 171 - 178

- Lacey, J. I. Review of Deutsche. Am. J. Psychol., 52, 1939, 318 - 320
- Lacey, J. I. und Dallenbach, K. M. Acquisiton by children of cause-effect-relationship. Am. J. Psychol., 52, 1939, 103 - 110
- Lasko, J. K. Parent behavior toward first and second children. Genet. Psychol. Monogr., 49, 1954, 97 - 137
- Laurendeau, M. und Pinard, A. Causal thinking in the child. New York, 1962
- Lichtenberger, W. Über das physikalisch-kausale Denken bei Hilfsschülern. Arch. ges. Psychol., 87, 1933, 447 - 531
- Lienert, G. A. Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Meisenheim a. G., 1962
- Lienert, G. A. Testaufbau und Testanalyse. Weinheim, 1961 und 2. Aufl. 1967
- Löwe, H. Probleme des Leistungsversagens in der Schule. Berlin, 1963
- Lowrie, D. G. Additional data on animistic thinking. Sci. Mon. 79, 1954, 69 - 70
- Maxwell, J. und Pilliner, A. E. G. The intellectual resemblance between sibs. Ann. hum. genet., 24, 1960, 23 - 32
- McAndrew, M. B. An experimental investigation of young children's ideas of causality. Studies in Psychol. and Psychiat., 6, 1943, 66 ff.
- McArthur, Ch. Personalities of first and second children. Psychiatrie, 19, 1956, 47 - 54
- Mead, M. An investigation of the thought of primitive children, with special reference to animism: preliminary report. J. roy. Anthropol. Instit. Great Britain & Ireland, 62, 1932, 173-190
- Mead, M. The primitive child. In: Murchison, C. (Hrsg.): Handbook of Child Psychology. Worcester, 1933, 909 - 926
- Metzger, W. Die Entwicklung der Erkenntnisprozesse. In: Thomae, H. (Hrsg.): Handbuch der Psychologie, Band 3, Entwicklungspsychologie. Göttingen, 1959, 404 - 441

- Mogar, M. Children's causal reasoning about natural phenomena. Child Developm., 31, 1960, 59 - 65
- Nass, M. L. The effects of three variables on children's concepts of causality. J. abnorm. soc. Psychol., 53, 1956, 191 - 196
- Nass, M. L. The deaf child's conception of physical causality. J. abnorm. soc. Psychol., 69, 1964, 669 - 673
- Oakes, M. E. Explanations of natural phenomena by adults. Science Education, 29, 1945, 137 - 142 und 190 - 201
- Oakes, M. E. Children's explanations of natural phenomena. Teach. Coll. Contr. Educ. 926, 1947
- Peisert, H. Soziale Lage und Bildungschancen in Deutschland. München, 1967
- Piaget, J. The child's conception of the world. New York, 1929
- Piaget, J. Psychologie der Intelligenz. Zürich 1948
- Piaget, J. The child's conception of physical causality. New York, 1951
- Piaget, J. The construction of reality in the child. New York, 1954
- Piaget, J. The child and modern physics. Scient. Amer., 196 (3), 1957, 46 - 51
- Piaget, J. Einleitung zu Laurendeau, M. und Pi-nard, A. Causal thinking in the child. New York, 1962, XI - XVI
- Pohl, R. W. Mechanik, Akustik und Wärmelehre. Berlin, 1962, 15. Aufl.
- Raspe, C. Kindliche Selbstbeobachtung und Theorienbildung. Z. angew. Psychol., 23, 1924, 302 - 328
- Remplein, H. Die seelische Entwicklung des Menschen im Kindes- und Jugendalter. München, 1967, 15. Aufl.
- Rösler, H. D. Leistungshemmende Faktoren in der Umwelt des Kindes. Leipzig, 1963

- Rohracher, H. Einführung in die Psychologie.
Wien, 1960, 7. Aufl.
- Ronge, A. Die Umwelt der Nachkriegskinder.
München, 1967
- Roth, H. (Hrsg.) Begabung und Lernen. Stuttgart, 1969
- Rupp, H. Entwicklung des physikalisch-techni-
schen Verständnisses. Z. f. Arbeits-
psychol., 1938 - 9, 11, 134 - 148;
12, 14 - 32, 47 - 60
- Russell, D. H. Children's thinking. New York, 1965
- Russel, R. W. und
Dennis, W. Studies in animism: I. A standardized
procedure for the investigation of
animism. J. genet. Psychol., 55, 1939,
389 - 400
- Russel, R. W. Studies in animism: II. The develop-
ment of animism. J. genet. Psychol.,
56, 1940 a, 353 - 366
- Russel, R. W.,
Dennis, W. und
Ash, F. E. Studies in animism: III. Animism in
feeble-minded subjects. J. genet.
Psychol., 57, 1940 b, 57 - 63
- Russell, R. W. Studies in animism: IV. An investi-
gation of concepts allied to animism..
J. genet. Psychol., 57, 1940 c, 83-91
- Russel, R. W.
et al. Studies in animism: V. Animism in ol-
der children. J. genet. Psychol.,
60, 1942, 329 - 335
- Siegel, S. Nonparametric statistics for the be-
havioral sciences. New York, 1956
- Simmons, A. J. und
Goss, A. E. Animistic responses as function of
sentence context and instruction.
J. genet. Psychol., 91, 1957, 181 -
189
- Sixtl, F. Meßmethoden der Psychologie.
Weinheim, 1967
- Smith, F. und
Dougherty, J. H. Natural phenomena as explained by
children. J. educ. Res. 59, 1965,
137 - 140
- Sutton-Smith, B.,
Roberts, J. M. und
Rosenberg, B. G. Sibling association and role involve-
ment. Merrill Palmer Quart., 10,
1964, 25 - 38

- Schoonover, S. The relationship of intelligence and achievement to birthorder, sex of sibling and age interval. J. educ. Psychol., 50, 1959, 143 - 146
- Strauss, A. L. The animism controversy: reexamination of Huang-Lee data. J. genet. Psychol., 78, 1951, 105 - 113
- Thompson, G. G. Child psychology. Boston, 1962
- Toman, W. Die Familienkonstellation und ihre psychologische Bedeutung. Psychol. Rundschau, 10, 1959, 1 - 15
- Toman, W. Haupttypen der Familienkonstellation. Psychol. Rundschau, 11, 1960, 273 - 284
- Toman, W. Die prägenden Wirkungen der Geschwisterkonstellation auf den Charakter. Z. f. Psychother. u. mediz. Psychol., 13, 1963, 113 - 117
- Toman, W. Familienkonstellationen. München, 1965
- Toman, W. Motivation, Persönlichkeit, Umwelt. Göttingen, 1968
- Vincze, L. und Vincze, F. Das Problem des kindlichen Weltbildes in der Kinderpsychologie. Pädagogik, Z. f. Theorie und Praxis der sozialistischen Erziehung, 2. Beiheft 1959, 29 - 56
- Vuyk, R. Eltern vergleichen ihre beiden Kinder. Schw. Z. Psychol. 20, 1961, 224 - 237
- Wagenschein, M. Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken. Stuttgart, 1965
- Warner, W. L. Educative effects of social status. In: Environment and Education. Suppl. Educ. Monogr. 1942, zit. n. Rolff, H.-G., Sozialisation und Auslese durch die Schule. Heidelberg, 1967, S. 30
- Yarrow, L. J. Interviewing children. In: Mussen, P. H. (Hrsg.): Handbook of research methods in child development. New York, 1967, 4. Aufl., 561 - 602
- Zeiningner, K. Magische Geisteshaltung im Kindesalter und ihre Bedeutung für die religiöse Entwicklung. Z. f. angew. Psychol., 47, 1929, 1-155

- Zielinski, W. Schulleistung, Intelligenz und Familienkonstellation. Dissertation, Erlangen, 1966
- Zietz, K. Physikalische Theorien bei Kindern. Bericht üb. d. XV. Kongreß d. Deutsch. Ges. f. Psychol., Jena, 1937
- Zietz, K. Kindliche Erklärungsversuche für Naturerscheinungen. Z. päd. Psychol., 38, 1937
- Zietz, K. Zur Entwicklung des kausalen Denkens bei Kindern. Z. angew. Psychol., 57, 1939
- Zietz, K. Kind und physische Welt. München, 1963, 2. Aufl.
- Bildungsplan für die bayerischen Volksschulen, München, 1955
Amtsblatt des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus, Nr. 17 vom 15. November 1955
- Richtlinien für die Oberstufe der bayerischen Volksschulen
Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus vom 20.6.1963, KMBL. S. 283

Anhang:

Auszug aus dem "Bildungsplan für die bayerischen Volksschulen"

Amtsblatt des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus Nr. 17 vom 15. November 1955 - Sonderdruck, S. 39

Naturkunde

Sechster Schülerjahrgang

(...)

Gesetzmäßiges Verhalten fester, flüssiger und luftförmiger Körper (Wagen, Fahrrad, Waage, Wasserversorgung, Schwimmen, Pumpe).

Vom Schall (Musikinstrumente).

(...)

Siebter Schülerjahrgang

(...)

Von der Wärme, Erscheinungen und Gesetze (Ofen, Thermometer, Feuerschutz, Dampfmaschine, Auto).

Vom Licht (Spiegel, Augenglas, Photo, Kino, Regenbogen).

(...)

Achter Schülerjahrgang

(...)

Vom Magnetismus (Kompaß).

Von der Elektrizität (Gewitter, Klingel, Fernsprecher, Glühlicht, Elektromotor, Funk).

Energieumwandlung und Energiequellen.

Auszug aus dem "Bildungsplan für die bayerischen Volksschulen"

Amtsblatt des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus Nr. 17 vom 15. November 1955 -
Sonderdruck, S. 36

Erdkunde

Fünfter Schülerjahrgang

(...)

2. Beobachtungen und Aufzeichnungen von Wärme, Wind und Niederschlägen. Volkstümliche Wetterregeln.
3. Scheinbarer Tageslauf der Sonne, Tageslänge, (...).

Sechster Schülerjahrgang

(...)

2. Beobachtung von Bewölkung und Sonnenschein, (...).
3. Die Erde als Kugel, der Globus.

Siebter Schülerjahrgang

(...)

2. Lufthülle, Luftdruck, Luftströmungen.
3. Wirkliche Bewegung der Erde und des Mondes, Entstehung von Tag und Nacht, Sonnen- und Mondfinsternisse, Zonen, Jahreszeiten, Kalender.

Achter Schülerjahrgang

(...)

2. Wetterbildung und Wetterkarte
3. Unser Sonnensystem. (...)

Auszug aus den "Richtlinien für die Oberstufe der baye-
rischen Volksschulen, 5. mit 8. Schülerjahrgang (ObR)"
Vom 20. Juni 1963 Nr. IV 56 700 (KMB1. S. 283)

Zitiert nach: Bayer. Bildungsplan. Kronach, 2., geänderte
Auflage, 1963, S. 161 f.

Naturlehre

5. Schülerjahrgang

Von der Wärme

Ausdehnung durch Wärme - Temperatur - Wärmemenge -
Wärmeleitung - Wärmeströmung - Wärmestrahlung
(...)

6. Schülerjahrgang

(...)

Aus der Optik

Geradlinige Ausbreitung des Lichtes - Reflexion -
Brechung - Farbzerlegung

7. Schülerjahrgang

Aus der Mechanik

Kraft, Gewicht - Masse als Maß für die Menge des Stof-
fes - Schwerpunkt, Stabilität - Gleitreibung, Rollrei-
bung - Hebel, Hebelgesetz - Rolle - Schiefe Ebene -
Arbeit, Leistung - Goldene Regel der Mechanik - Träg-
heit, Fliehkraft
Druck im Wasser - Rückstoß - Informatorischer Hinweis
auf Rakete - Auftrieb - Artgewicht - Verbundene Röhren -
Haarröhrenwirkung
Luftdruck - Unterdruck, Überdruck
Dampfkraft - Explosionskraft

Aus der Akustik

Entstehung des Schalles - Ausbreitung des Schalles -
Schallgeschwindigkeit - (...)

8. Schülerjahrgang

Vom Magnetismus

Anziehung, Abstoßung - Erde als Magnet - Kraftlinien,
Kraftfeld
(...)

Von der Elektrizität

(...)

Galvanische Elektrizität, Gleichstrom - Induktion, Wech-
selstrom - Transformieren

Chemische Wirkung, Wärmewirkung, Leuchtwirkung, magne-
tische Wirkung des elektrischen Stromes

Elektrischer Strom als Gefahrenquelle

Nulleiter

Energie und Energieumwandlung - Satz von der Erhaltung
der Energie

(...)

Auszug aus den "Richtlinien für die Oberstufe der bayerischen Volksschulen, 5. mit 8. Schülerjahrgang (ObR)"
Vom 20. Juni 1963 Nr. IV 56 700 (KMBL. S. 283)

Zitiert nach: Bayerischer Bildungsplan. Kronach, 2., geänderte Auflage, 1963, S. 150 f.

Erdkunde

5. Schülerjahrgang

(...)

Wetterkunde

Beobachtungen und Aufzeichnungen über Wärme, Wind und Niederschläge - (...)

Himmelskunde

Der scheinbare Lauf der Sonne und des Mondes - (...)

6. Schülerjahrgang

(...)

Himmelskunde

Die Erde ist eine Kugel - Der Globus und das Gradnetz - (...)

7. Schülerjahrgang

(...)

Wetterkunde

Beobachtungen und Aufzeichnungen über Luftdruck - Barometer - Das Klima - Seine Abhängigkeit von der Lage im Gradnetz, von der Lage zum Meer und von der Höhenlage - Klimaarten und Klimazonen

Himmelskunde

Die wirkliche Bewegung der Erde und des Mondes - Entstehung der Jahreszeiten - Unser Kalender - (...)

8. Schülerjahrgang

(...)

Wetterkunde

Aufbau und Bedeutung der Lufthülle - Wetterbildung - Wetterkarte

Himmelskunde

Die Sonne als Himmelskörper - Die Sonne und ihre Planeten (...)

Lebenslauf

Am 7. August 1936 wurde ich als drittes von fünf Kindern des Lehrers Johann Friedrich Daumenlang und seiner Ehefrau Anna, geborene Holoubek, in Erlangen geboren.

Von 1942 bis 1946 besuchte ich die Volksschule in Nürnberg-Eibach und von 1946 bis 1954 die Oberrealschule an der Wölckernstraße in Nürnberg.

Vom September 1954 bis Juli 1956 wurde ich am Institut für Lehrerbildung in Schwabach zum Lehrer im Volksschuldienst ausgebildet und war bis Juli 1964 an verschiedenen Orten Mittelfrankens als Lehrer tätig, zuletzt in Zautendorf, Landkreis Fürth in Bayern.

Im Sommer-Semester 1957 hatte ich das Studium der Psychologie und Pädagogik an der Universität Würzburg aufgenommen. Nach zwei Semestern wechselte ich an die Universität Erlangen-Nürnberg über und besuchte Vorlesungen der Herren Professoren Dr. Scharmann, Dr. Toman, Dr. Weber und Dr. Wieck.

Seit August 1960 bin ich verheiratet.

Am 4.9.1964 wurde ich vom Volksschuldienst beurlaubt und zum wissenschaftlichen Assistenten für Didaktik der Naturlehre und der Didaktik des Rechen- und Raumlehreunterrichts an der Pädagogischen Hochschule Nürnberg der Universität Erlangen-Nürnberg ernannt.

Zu Anfang des Winter-Semesters 1964 bestand ich die Diplom-Hauptprüfung für Psychologen. Seit September 1968 bin ich als wissenschaftlicher Assistent für Psychologie an der Pädagogischen Hochschule Nürnberg der Universität Erlangen-Nürnberg tätig.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
